Lehrbuch

der praktischen

Mühlenbaukunde,

von

G. G. Schwahn,

Königl. Obermühlen- und Bau-Inspector a. D., und Lehrer an der Königl. Allgem. Bauschule.

Zunächst entworfen für die akademischen Vorlesungen an der Königl. Allgem. Bauschule.

Erste Abtheilung:

Von den einzelnen Theilen der Maschinen, vorzugsweise der Mühlen.

Mit 11 Kupfertafeln in Folio.

Berlin, 1847.

Verlag von Albert Nauck & Comp.

172. 3

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede.

Der Entschluß, das vorliegende Werk über Mühlenbau zu schreiben, ist hauptsächlich durch das Bedürfniß hervorgerufen worden, welches ich bei meinen an der hiesigen Königlichen Allgemeinen Bauschule gehaltenen Vorlesungen seit mehreren Jahren empfunden habe. Eines Theils ist es für den wenig geübten und in der Sache uneingeweihten Zuhörer schwer, während des Vortrags zu hören, zu schreiben und zugleich die den Gegenstand versinnlichenden Zeichnungen richtig nachzuzeichnen; andern Theils ist eine Verzögerung des Vortrags nicht zu vermeiden, wenn der Lehrer während desselben alle dazu gehörigen Zeichnungen entwerfen muß. Die ihm zugemessene Zeit reicht dann in der Regel zur wünschenswerthen umständlichen Erläuterung und zur gründlichen Behandlung des sich von Jahr zu Jahr häufenden Stoffes nicht aus. In beiden Beziehungen ist viel gewonnen, wenn die Zuhörer während des Vortrags die diesem Werke beigefügten Zeichnungen vor Augen haben können. Bei der Wiederholung und dem späteren Gebrauch werden Zeichnungen und Text einen besseren Anhalt gewähren, als ein bei den Vorlesungen nachgeschriebenes oder ausgearbeitetes Heft.

Dies mag auch der Grund seyn, weshalb ich von dem hochverdienten früheren Herrn Vorsteher jener Anstalt, so wie von vielen andern Männern, namentlich von den Baumeistern, welche meine Zuhörer waren, zur Ausarbeitung dieses Werks wiederholt aufgefordert worden bin.

Obgleich ich dasselbe also vorzugsweise für meine Vorlesungen auf der Königlichen Bauschule und für meine Herren Zuhörer bestimmt habe, so lag es doch zugleich in meiner Absicht, daß das Werk auch in weiteren Kreisen Nutzen stiften und willkommen seyn möge.

An Schriften über den Mühlenbau fehlt es nicht; sie sind indeß theils veraltet, theils gehen sie auf die Einzelnheiten nicht gehörig ein. Auf diese aber kommt es ganz besonders an, wenn ein Mühlwerk seinen Zweck entsprechend und mit der vortheilhaftesten Benutzung des Raums angeordnet werden soll. Ich habe mich daher nicht allein auf eine Anweisung zu Mühlen-Anlagen im Allgemeinen beschränkt, sondern auch auf die Anordnung der Werke in allen Theilen, so wie auf die Construction der einzelnen Theile Rücksicht genommen, anderseits aber auch wieder nur Mühlen, im engeren Sinne des Wortes, d. h. Maschinen behandelt, welche am häufigsten vorkommen und bestimmt sind, vegetabilische, animalische und mineralische Stoffe zu verkleinern, resp. zu trennen, wie die Mahl-, Oel-, Säge- und Steinschneidemühlen, Fabrikate zu vervollkommnen, wie die Tuch- und Lederwalkmühlen, Getraide zu enthülsen, wie die Graupen-, Grütz- und Hirsemühlen u. s. w.

Unsere Mühlwerke bestehen meistens noch in alter Einrichtung und werden noch lange in dieser Einrichtung beibehalten werden, weil namentlich die Mahlmühlen das Getraide in abgesonderten kleinen Mengen (bis zu ½ Scheffel herab) abmahlen müssen und weil viele von ihnen zu Freiholz berechtigt sind, und hiermit am vortheilhaftesten unterhalten werden können. Da nun die Staatsbaumeister mit dergleichen Mühlen in der Regel zu thun haben, so schien es mir nothwendig, zuvörderst diese und zwar mit hölzernem Räderwerke, und hierauf die verbesserten neueren Einrichtungen abzuhandeln.

Das hölzerne Räderwerk wird unter gewissen Verhältnissen immer in Gebrauch bleiben, weil eiserne Räder oft nur in großer Entfernung und deshalb gegen unverhältnißmäßig hohe Kosten zu beschaffen, auch entfernt von größeren Städten im Gebrauch kostspielig zu unterhalten sind, während das hölzerne Räderwerk gemeinhin vom Müller selbst unterhalten und erneut wird.

Es zeugt von einer mangelhaften Kenntniß des Mühlenwesens, wenn ohne Einschränkung, unter allen Umständen dem eisernen Räderwerk der Vorzug vor dem hölzernen gegeben wird. Richtig angefertigte hölzerne Räder stehen eisernen, die man ja häufig auch mit hölzernen Kämmen versieht, im guten Gange wenig nach, eben so wenig in der Dauer, und sind nicht selten schon für die Kosten der Modelle zu den eisernen Rädern anzuschaffen. Dagegen verdienen eiserne Räder den Vorzug vor hölzernen, wenn es auf Dauer in Feuchtigkeit und Nässe oder in freier Luft ankommt und sind nebst Zubehör der Raumersparung und passenderen Einrichtung wegen bei feinen Maschinen und anderen neuen Mühleneinrichtungen oft unbedingt erforderlich.

Aeltere Schriften, welche den Mühlenbau betreffen, sind hier nicht unberücksichtigt und unbenutzt geblieben und bei den Gegenständen, über welche sie nähere Auskunft geben, angeführt worden.

Das Werk, so weit es bis jetzt vollendet ist, zerfällt in folgende vier Abtheilungen:

- **I.** Abtheilung. Von den einzelnen Theilen der Maschinen, vorzugsweise der Mühlen.
- **II.** — Von dem Bau der Grundwerke.
- **III.** — Von den Wassermühlen, Roß- und Tretmühlen.
- **IV.** — Von den Windmühlen.

Die übrigen Abtheilungen werden die Schneidemühlen (durch Wasser, Wind u. s. w. getrieben), ferner die Oelmühlen, Walkmühlen, Grütz- und Hirsemühlen, Graupenmühlen u. s. w. behandeln.

Vor dem Gebrauche dieser Abtheilung bitte ich folgende, wegen der Kürze der Zeit entstandene Druckfehler zu berichtigen:

Seite 1 Zeile 7 von oben, lies: „am Angriffspunkte" statt „vom Angriffspunkte"
„ 4 „ 6 u. 7 von unten, l. „Belidor" st. „Belider"
„ 5 „ 12 von oben, l. „hier noch" st. „hiernach"
„ 23 „ 7 „ unten, } l. „auf den Schemel" st. „auf dem Schemel"
„ 24 „ 25 „ oben, }
„ 28 „ 5 „ „ l. „aus 3" st „als 3"
„ 28 „ 16 „ „ l. „Kopfbreite" st. „Kropfbreite"
„ 28 „ 2 „ unten, l. „Leupold" st. „Leuyold"
„ 31 „ 2 „ „ l. „Stöcke" st. „Stücke"
„ 33 „ 7 „ „ l. „Eisenstärke" st. „Eisenstücke"
„ 36 „ 11 „ oben, l. „gewinkelt" st. „gewickelt"
„ 43 „ 1 „ „ l. „Bunkel" st. „Bunkeln"
„ 45 „ 18 „ „ l. „Ausschritt" st. „Ausschnitt"
„ 45 „ 19 „ „ l. „beobachtet" st. „beabsichtigt"
„ 45 „ 25 „ „ l. „Stöckenstärke" st. „Stückenstärke"
„ 46 „ 11 „ „ l. „demnach" st. „dennoch"
„ 46 „ 21 „ „ l. „Triebstöcke" st. „Triebstücke"
„ 46 „ 12 „ unten, l. „Getriebe" st. „Getrieben"
„ 67 „ 15 „ oben, l. „vermeiden" st. „vermindern"
„ 68 „ 25 „ „ l. „Scheiben" st. „Schieber"
„ 73 „ 13 „ unten, l. „Franzosenholz" st. „Frangesenholz".

Berlin, im August 1847.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß

der ersten Abtheilung.

Seite

Einleitung zum ganzen Werke 1

Ueber den Bau hölzerner Räder im Allgemeinen.

§. 1. Hauptbestandtheil des Rades, Felge, Ring 7
§. 2. Vom Radestuhl 7
§. 3. Vom Radezirkel 8
§. 4. Vom Stangenzirkel 8
§. 5. Bestimmung der Länge und Breite der Felgen 8
§. 6. Anzahl und Eintheilung der Felgen 9
§. 7. Praktische Anweisung 10
§. 8. Ausarbeitung der Felgen 10

Von den unterschlächtigen Wasserrädern.

§. 9. Schaufel- und Nagelvertheilung und Anlegung der Felgen 10
§. 10. Bau des Kranzes 12
§. 11. Fortsetzung 13
§. 12. Desgleichen 14
§. 13. Fortsetzung und Beispiele 14
§. 14. Fortsetzung 17
§. 15. Schaufelweite, Stellung der Schaufeln 18
§. 16. Holzarten und Holzstärken 19

Von den oberschlächtigen Wasserrädern.

§. 17. Dockung der Schaufeln 20
§. 18. Bauart der oberschlächtigen Räder 22
§. 19. Fortsetzung 24

Von den Kropfrädern.

§. 20. Bauart der Kropfräder 24
§. 21. Fortsetzung, Muster zur Schaufelung 26

Von den Strauberrädern.

		Seite
§. 22.	Beschreibung und Bauart	26
§. 23.	Fortsetzung	27
§. 24.	Fortsetzung	27

Von den Sackrädern.

§. 25.	Beschreibung und Anwendung derselben	28

Von den Schiffmühlenrädern.

§. 26.	Beschreibung und Bauart	28

Zusätze, die Wasserräder überhaupt betreffend.

§. 27.	Verschiedene Constructionen von Wasserrädern	29

Von den Kammrädern.

§. 28.	Beschreibung und Bauart	31
§. 29.	Fortsetzung	31
§. 30.	Fortsetzung	33

Von den Stirnrädern.

§. 31.	Beschreibung und Bauart	35
§. 32.	Fortsetzung	36
§. 33.	Fortsetzung	36

Von den Drehlingen.

§. 34.	Gewöhnliche Bauart	37
§. 35.	Verbesserte Construction	38
§. 36.	Fortsetzung	38
§. 37.	Nachtrag, Verfahren bei einer ungeraden Anzahl der Kämme und Stöcke	39

Von den Getrieben und Kummen.

§. 38.	Beschreibung und Bauart der Getriebe	40
§. 39.	Fortsetzung	40
§. 40.	Beschreibung und Bauart der Kumme	41
§. 41.	Zusatz, Bestimmung der Getriebe-Halbmesser	42

Von den Bunkelrädern oder Bunkeln.

§. 42.	Erklärung und Bauart	42
§. 43.	Bunkelartiges Kammrad	43

Vom Aus- und Einschritt.

§. 44.	Erklärung und Construction	44

Von dem conischen Räderwerk.

§. 45.	Beschreibung und Bauart	45
§. 46.	Fortsetzung	47

Anderweite Erfordernisse für den Eingriff der Räder.

§. 47.	Bestimmung dieser Erfordernisse	48
§. 48.	Evolwende, Cycloide, Epicycloide, Hypocycloide	48

Seite
§. 49. Verfahren bei Bestimmung der Länge und Form des Kammkopfes; Beispiele 49
§. 50. Verschiedenheit der Theilung der Getriebe und großen Zahnräder, Verjüngung der Kämme bei in einander greifenden Stirnrädern ꝛc. 50

Von dem eisernen Räderwerke.

§. 51. Einleitung 52

a) Wasserräder.

§. 52. Eiserne unterschlächtige Wasserräder 52
§. 53. Desgl. Kropfräder und oberschlächtige Räder 53

b) Triebräder.

§. 54. Gerades Triebräderwerk 54
§. 55. Fortsetzung 55
§. 56. Conisches Triebräderwerk 55
§. 57. Eiserne Zahnstücke auf hölzernen Kränzen 56
§. 58. Abmessungen des eisernen Räderwerks 56

Zusätze zu den Zahnrädern überhaupt.

§. 59. I. Die Theilung 57
II. Holzkämme in eisernen Rädern 57
III. Zahl, Stärke und Länge der Kämme 58
IV. Schwindmaß 59
V. Modelle 59

Von den Wellen und Zubehör.

a) Wellen und Zapfen.

§. 60. Ausarbeitung der Wellen 59
§. 61. Die verschiedenen gewöhnlichen Zapfen für liegende Wellen 60
§. 62. Befestigung der vorgenannten und noch anderer Zapfen 60
§. 63. Zapfen für stehende Wellen und durchgehende Zapfen 62
§. 64. Eiserne Wellen 62

b) Befestigung der Räder auf den Wellen ꝛc.

§. 65. Verschiedene Arten der Befestigung 63
§. 66. Verstärkung der Wellen 64

c) Kuppelungen.

§. 67. Beschreibung verschiedener Kuppelungen, Kunstkreuz 65

d) Zapfengerüste, Ausrückungen und Zapfenlager.

§. 68. Das Angewelle 66
§. 69. Verschiedene Ausrückungen 67
§. 70. Hängende Zapfengerüste 67
§. 71. Fernere Ausrückungen bei liegenden Wellen 68
§. 72. Zapfengerüste für stehende Wellen und Ausrückungen derselben 69
§. 73. Von den Zapfenlagern 70
§. 74. Von der Pfanne und der Spur 71
§. 75. Eiserne Stellkasten 71

e) Die Schmiere. Seite

§. 76. Vorrichtungen zur Aufnahme und Vertheilung der Schmiere . . . 72
§. 77. Bestandtheile der Schmiere . . . 73
§. 78. Reibungsrollen . . . 73

f) Riemscheiben.

§. 79. Verschiedene Verbindung derselben; Spannrollen . . . 74

Verschiedenartiges Räderwerk und andere außergewöhnliche Vorrichtungen.

a) Künstliche Kettenräder.

§. 80. Beschreibung verschiedener Ketten und deren Eingriffe in Räder oder Scheiben . . . 75

b) Kehr-Räder.

§. 81. Verschiedene Arten derselben . . . 76

c) Parasol-Räder.

§. 82. Beschreibung derselben und anderer Anordnungen zur Veränderung der Geschwindigkeiten . . . 76

d) Hypocycloiden-Räder.

§. 83. Beschreibung und Zweck derselben . . . 77

e) Die Walzenbewegung.

§. 84. Erklärung und Anwendung derselben . . . 77

f) Das Sonnen- und Planetenrad.

§. 85. Beschreibung und Zweck einer solchen Anordnung . . . 78

g) Elliptische und ovale Räder.

§. 86. Beschreibung derselben . . . 78

h) Excentrische Räder.

§. 87. Zweck derselben . . . 78

i) Sperrräder.

§. 88. Beschreibung und Anwendung derselben . . . 79

k) Die Schraube ohne Ende.

§. 89. Erklärung und Anwendung derselben . . . 79

l) Die Kurbel.

§. 90. Kurbeln und Gestänge . . . 79
§. 91. Anordnung der Kurbeln zu Rad- und Parallelbewegungen . . . 80

Schlußbemerkung . . . 80

Einleitung.

Eine Maschine ist die mehr oder weniger zusammengesetzte Vorrichtung, durch welche eine mechanische Wirkung hervorgebracht, entweder durch eine geringe Kraft großer Widerstand überwältigt (die Reibung 2c. überwunden und große Last bewegt) oder durch große Kraft bei geringem Widerstande große Geschwindigkeit des Widerstands- oder Last-Angriff-Punktes (des Punktes, welchen der zu überwindende Widerstand unmittelbar angreift) erzeugt wird. [Blatt I.]

Das Produkt aus der Kraft in ihre Geschwindigkeit heißt bekanntlich das mechanische Moment der Kraft, und das Produkt aus der Last in ihre Geschwindigkeit vom Angriffspunkte der Last heißt das mechanische Moment der Last. Bei der Last unterscheidet man die Nutzlast von der Nebenlast. Erstere ist der Widerstand, dessen Ueberwindung der Zweck der Maschine ist, und die letztere der Inbegriff aller unvermeidlichen Hindernisse, namentlich der Reibung. Unter Nutz-Effect wird das mechanische Moment der Nutzlast, unter Neben-Effect das mechanische Moment der Neben- oder Reibungslast und unter Total-Effect die Summe beider verstanden.

Da grundsätzlich bei jeder Maschine, welche sich im Beharrungszustande befindet, also ihre Verrichtung immer in ein und derselben Zeitperiode wiederholt, das mechanische Moment der Kraft dem mechanischen Momente der Last (der Nutz- und Nebenlast auf einen und denselben Angriffspunkt reducirt) oder dem Total-Effecte gleich ist, so kann bei gegebenem Last-Momente nicht einer der Factoren des Kraft-Moments vermindert werden, ohne den andern zu vergrößern und umgekehrt bei gegebenem Kraft-Momente nur ein Factor des Last-Moments beliebig (jedoch in keinem Falle dem Kraft-Momente gleich, sondern kleiner) gewählt werden. Es bleibt somit unter allen Umständen die Aufgabe des Baumeisters, die Maschine so einfach anzuordnen, als die Verhältnisse der genannten, theils gegebenen, theils dem Zwecke gemäß zu bestimmenden 4 Größen (der Kraft, der Total-Last und der beiden Geschwindigkeiten im Kraftangriffs- und im Lastangriffspunkte) zu einander oder die räumlichen Verhältnisse es gestatten, damit nicht durch die Vergrößerung der Neben- (Reibungs-) Last die Wirkung (das Nutz-Last-Moment oder der Nutz-Effect) geschwächt oder die Vergrößerung des Kraft-Moments nothwendig werde.

Mühlen werden je nach der zu ihrem Betriebe benutzten elementarischen oder thierischen Kraft, auch nach der Art, wie letztere verwendet wird, Wasser-, Wind-, Dampf-, Göpel-, Tret- und Handmühlen; nach den zu verarbeitenden Stoffen oder den zu erzielenden Fabrikaten: Mahl-, Schrote-, Hirse-, Grütz-, Graupen-, Oel-, Tuch- oder Leder-Walk-, Loh-, Häcksel- (Häckerling-), Holz- und Steinschneide-, auch Schleif- und Polir-, Papier-, Cement-, Gipsmühlen u. s. w. genannt. Da nun jede der genannten Kräfte, wenn auch zum Theil mehr oder weniger vortheilhaft, verwendet werden kann, um die beabsichtigte Wirkung zu erreichen, außerdem aber einige Stoffe auf verschiedene Weise sich verarbeiten lassen, so kann das Wesentliche einer Mühleneinrichtung nur durch Angabe der Art der Betriebskraft und der Wirksamkeit, so wie des zu verarbeitenden Stoffes oder zu gewinnenden Fabrikates bestimmt bezeichnet werden, als z. B. Wasser-Loh-Stampfmühle, Wind-Loh-Mahlmühle, oder besser: Loh-Stampfmühle durch Wasser, Loh-Mahlmühle durch Wind betrieben u. s. w.

Es würde zu sehr vielen ganz nutzlosen Wiederholungen führen, wenn man den Bau jedes einzelnen Mühlwerks nach allen seinen einzelnen Theilen lehren wollte, ohne eine Anweisung zur Construction dieser letzteren voranzuschicken. In dieser Beziehung kann jedes Mühlenwerk als aus 3 Haupttheilen bestehend betrachtet werden, nämlich aus den Verrichtungen, durch welche

1) die Kraft wirksam gemacht,
2) dieselbe nach dem Last-Angriffspunkte geleitet, die Wirksamkeit verstärkt oder ermäßigt, oder wenn sie nicht stetig, geregelt, bisweilen auch die rotirende (Kreis-) Bewegung in eine hin und her gehende umgewandelt,
3) die eigentliche Arbeit (das Zerkleinern, Trennen, Enthülsen, Schleifen, Poliren u. s. w.) verrichtet wird.

Zu 1) gehören nach Art der Kraft:
die Wasserräder mit ihren Wellen und Gerinnen, durch welche das zum Stoß oder Druck bestimmte Wasser geleitet und der Form des Rades gemäß zusammengehalten wird; die Gerinne oder eigentlichen Grundwerke jedoch nur insofern, als die Räder nicht, wie bei Schiffmühlen, in fließendes Wasser von verhältnißmäßig sehr weit begrenztem Profil tauchen;
die Windflügel mit ihrer Welle;
die Göpel, Laufräder, Treträder und Tretscheiben;
auch Kurbeln mit ihren Wellen u. s. w.

Zu 2) gehören immer:
die Triebräder;
und nach den Umständen
die Schwungräder oder Schwungkolben, die Schwungflügel, die Krummzapfen*), sämmtlich mit ihren Wellen.

Zu 3) gehören endlich nach Verschiedenheit des Zweckes:
die Mühlsteine mit ihren Wellen (Spillen, Mühleisen),
die Stampfen und Hämmer mit ihren Trögen oder Kummen (Grubenstöcken, Walkstöcken);
die Walzen zum Zerquetschen;
die Kreissägen mit ihren Wellen, oder die auf- und nieder gehenden Sägen mit ihren Gattern u. s. w.

Die unter 1) und 2) angegebenen Vorrichtungen und deren Zubehör werden als den Maschinen gemeinschaftlich angehörend, mit Ausnahme der Windflügel, Göpel u. s. w., von welchen am andern Orte die Rede seyn wird, hier der Reihefolge nach abgehandelt werden. Die unter 3) angegebenen dagegen, welche die eigentliche Arbeit verrichten und gewissermaßen von den unter 1) gedachten Vorrichtungen abhängig bleiben, sind wie die jeder Gattung von Mühlen eigenthümlichen Nebenmaschinerien, als zu den verschiedenen Zwecken gehörend, am füglichsten nur bei der späteren Abhandlung von den Mühlen selbst zu erklären; es kommen demnach hier in der ersten Abtheilung des Werks vor:

I. Wasserräder.

Diese bestehen aus Kränzen oder Reifen, an welche Schaufeln befestigt sind. Je nachdem das Wasser auf diese wirkt, werden unterschieden:

1) unterschlächtige,
2) oberschlächtige,
3) gemischte und
4) Schiffmühlen-Räder.

Zu 1) Unterschlächtige Räder, bei geringem Gefälle anwendbar und hauptsächlich nur durch den Stoß, nicht durch den Druck des Wassers bewegt, werden deshalb in der Regel mit ebenen Schaufeln versehen.

---

*) Man unterscheidet Krummzapfen, durch welche bei größeren Maschinen die rotirende Bewegung in eine hin und her gehende verwandelt wird, von Kurbeln, an welche die menschliche Kraft durch die Hand drehend wirkt.

Sie heißen:

a) Staberräder (Fig. 1. Bl. I.), wenn sie auf unbeweglichen und

b) Pansterräder, wenn sie auf beweglichen (zu hebenden und zu senkenden) Zapfenlagern ruhen.

Die Vorrichtung zum Heben und Senken ist entweder:

ein Zieh- oder Kettenpanster (Fig. 2. A.), aus einer Welle mit Zubehör bestehend, zu ziemlich raschem Heben und Senken des Wasserrades;

oder einfacher, jedoch weniger bequem:

ein Stockpanster (Fig. 2. B.), mit Anwendung der Hebe- oder Wuchtebäume und der Vorsteckebolzen.

Anmerk. Unterschlächtige Wasserräder nach ihrer größeren oder geringeren Breite als Panster- oder Staberräder zu bezeichnen, und dabei die Grenze zwischen beiden auf 5 Fuß festzusetzen, wie Einige wollen, ist nicht angemessen, denn nicht die Breite des Rades, sondern die Vorrichtung zum Heben und Senken, welche von den Wasserstands-Verhältnissen, so wie von der innern Anordnung des Mühlenwerks abhängig ist, entscheidet für diese Benennung.

Zu 2) Den oberschlächtigen Rädern wird bei größerem Gefälle und gewöhnlich geringerer Menge des Betriebswassers dasselbe (nach Fig. 3.) von oben zugeführt, wo es nahe dem Scheitel des Rades nach den Umständen hinter oder vor demselben einfällt, und gewöhnlich und am vortheilhaftesten nur durch sein Gewicht wirkt.

Hiernach kommt es darauf an, das Wasser so lange als möglich im Rade zu erhalten (die Höhe des Wasser haltenden Bogens oder Ringstücks möglichst zu vergrößern) und aus dem sogenannten Boden am innern Umfange der Reifen und den im Querschnitt gebrochenen oder gekrümmten Schaufeln, Kasten oder Zellen zur Aufnahme des Wassers zu bilden*).

Oberschlächtige Räder, bei welchen wegen nur mäßigen Gefälles die Breite größer als die Höhe ist, werden auch Walzenräder genannt.

Zu 3) Die gemischten Räder nähern sich bald mehr den oberschlächtigen, bald mehr den unterschlächtigen und werden dem gemäß genannt:

a) Dreiviertel- oder rückenschlächtige, wenn das Wasser (nach Fig. 4) zwar nicht unbedeutend unter dem Scheitel, aber doch noch über dem horizontalen Halbmesser einfällt, auch wie bei den oberschlächtigen nur durch sein Gewicht wirkt, wobei Zellen, ähnlich den der oberschlächtigen Räder, nöthig und Mäntel nützlich sind.

b) Halbschlächtige oder mittelschlächtige, wenn das Wasser (nach Fig. 5.) am Endpunkte dieses Halbmessers einfällt und wie bei den ad a. gedachten Rädern wirkt, eben so construirt, auch wohl mit einem Kropfe, d. i. einem der äußern Peripherie des Rades folgenden gekrümmten Gerinneboden versehen, welcher zur Verminderung des Wasserverlustes aus dem wasserhaltenden Quadranten des Rades dient.

c) Kropfräder, für die Aufnahme des durch Stoß und Druck wirkenden Wassers unter dem gedachten Halbmesser (nach Fig. 6.) angeordnet.

Bei diesen und den d. und e. folgenden Arten von Rädern ist der Kropf nach b. unentbehrlich die Stellung der gebrochenen oder im Querschnitt gekrümmten Schaufeln von dem Verhältniß der Kropf- und Radhöhe abhängig, eben so die Breite des hier nur noch theilweise stattfindenden Bodens im Rade, welcher mit Verringerung der Kropfhöhe kürzer gemacht, und bisweilen ganz fortgelassen wird.

d) Strauberräder, bei relativ geringerer Kropfhöhe und geringer Breite des Rades nur aus einem Reifen oder Kranze bestehend, auf welchem die kurzen aber breiten Schaufeln in der Mitte ihrer Länge befestigt, auch (nach Fig. 7.) unter sich verriegelt werden.

e) Sackräder, ebenfalls bei mäßiger Höhe des Kropfes aus 2 Reifen oder Kränzen, ebenen (sogenannten geraden) Schaufeln und einem vollständigen Boden bestehend (Fig. 8.).

*) Von den sogenannten Mänteln, womit man oberschlächtige Räder zur bessern Zusammenhaltung des Wassers bis zum tiefsten Punkte umgiebt, und welche fest oder beweglich seyn können, wird am andern Orte die Rede seyn.

Anmerk. Die Kropfräder unter **c.** unterscheiden sich von den unterschlächtigen Wasserrädern lediglich durch ihre Construction, nicht durch den Kropf (denn diesen erhalten bei hinreichendem Gefälle auch Staber- und selbst Pansterräder), und treten da ein, wo der Kropfhöhe wegen mit geraden Schaufeln nicht mehr auszureichen ist.

Von den Engländern werden die zwischen halbschlächtigen und unterschlächtigen liegenden Rädern, Brusträder (**Breastwiels**) genannt. Hiernach könnte auch folgende Eintheilung stattfinden: 1) oberschlächtige, 2) rückenschlächtige, 3) halbschlächtige, 4) Brusträder, 5) unterschlächtige, wobei zu den Brusträdern die Kropf-, Strauber- und Sackräder gehören würden.

Die rückenschlächtigen Räder, nach einem Ausdruck der Engländer so benannt, aber nicht von ihnen erfunden, vielmehr auch in Deutschland schon seit längerer Zeit im Gebrauch*), jedoch früher nicht nach ihrem Werth geschätzt, übertreffen in der Wirkung die oberschlächtigen Räder. Dies ist schon aus der Art, wie bei beiden das Gefälle benutzt wird, leicht zu schließen.

Zu 4) Schiffmühlenräder, auf welche das in einem Fluße oder Strome fließende Wasser ohne Stau, Abgrenzung oder künstliche Zuleitung mit der ihm zugehörenden Geschwindigkeit stoßend wirkt, werden gewöhnlich ohne Reifen oder Kränze (nach Fig. 9.) nur mit Armen und daran genagelten geraden, breiten, unter sich verriegelten Schaufeln verbunden.

Daß mit dergleichen Rädern versehene Mühlwerke auf schwimmenden vor Anker liegenden Gefäßen gebaut sind, zeigt schon die Benennung; bei minder wechselnden Wasserständen und anderen günstigen Verhältnissen (wenn z. B. keine Schiffahrt oder kein Eisgang statt findet), werden die Gebäude aber auch wohl auf Pfählen errichtet und dergleichen Werke dann Pfahlmühlen genannt.

Die in früherer Zeit, in weniger civilisirten Ländern auch noch jetzt allgemeiner gebräuchlichen horizontalen Wasserräder**) haben neuerdings die Aufmerksamkeit sinnreicher Sachverständiger auf sich gezogen, sind, in ihrer Einrichtung verbessert, angewendet und vortheilhaft befunden worden. Unter welchen örtlichen Verhältnissen sie sich bewähren möchten, werden weitere Erfahrungen erst lehren.

Unter den ältern sind nach der Art der Wirkung des Wassers zu unterscheiden: Stoß-, Ventilator- und rückwirkende Räder.

Ein Stoßrad (von Sturm Muschelrad genannt) ist in Fig. 10. dargestellt. Die an den Enden muschelförmig ausgehölten Schaufeln empfangen den Stoß des Wassers, welches in einer, nach Maßgabe des Gefälles gesenkten Rinne zugeleitet wird.

Das Ventilator-Rad befindet sich (nach Fig. 11.) in einem unten offenen, brunnenartigen Hohl-Cylinder und hat schräg gestellte Schaufeln, über welche das Wasser in der ganzen Höhe des Gefälles tritt und die Umdrehung bewirkt***).

Das eigentlich von Segner erfundene Reactions- oder Rückwirkungsrad, auch: Segnersches Wasserrad genannt (Fig. 12.), ist unterhalb mit Ausflußarmen versehen, in welche das Wasser durch die hohle Axe herabfällt und auf einer offenen Seite frei ausfließend größern Druck auf die gegenüberliegende Seite übt und dadurch die Umdrehung veranlaßt. Die Zahl der Arme (hier 4) kann sich nach der Wassermenge mit richten†).

Die Amerikanische Einrichtung horizontaler Räder ist in Fig. 13. angegeben. Das Wasser tritt bei Oeffnung (Erhebung) des über dem Gerinnboden befindlichen, tonnenartigen Schützes auf den Boden des unter dem Gerinne liegenden Rades und wirkt beim Seitenausflusse zwischen den nach außen stehenden gekrümmten Schaufeln auf die Umdrehung in der in der Zeichnung angedeuteten Richtung††).

---

*) Dem Verfasser sind rückenschlächtige Räder bekannt: in dem Dorfe Schilde, zwischen Berlin und Oranienburg, seit mehr als 30 Jahren; auf einem Nebenwerke der Papier-Fabrik Spechthausen bei Neustadt E. W., seit einer Reihe von Jahren, und jüngst von ihm verbessert.

**) Nach Sturms Civil-Bau-Kunst (Augsburg 1718) sind unter der Abtheilung „Vollständige Mühlen-Bau-Kunst" und nach neuern Reisebeschreibungen, die unten beschriebenen Muschelräder, vorzüglich in der Türkei, Moldau und Wallachei im Gebrauch; nach Beliders Architectura hydraulica horizontale Wasserräder aber auch in der Provençe, dem Dauphiné u. s. w.

***) Ein Mühlenwerk mit solchen Rädern befand sich nach Belider in Toulon auf der Pascacle, weshalb dergleichen Räder auch Pascacle-Räder genannt werden sollen.

†) Ein solches Rad, beim Bau der Dusterlackschen Schleuse am Finow-Kanal (unweit Liebenwalde), zum Betriebe des Pumpwerks angebracht, leistete angeblich mittelmäßigen Effect.

††) Ein Mühlwerk dieser Art stehet zu Schoepherdstown in den Nordamerikanischen Freistaaten, soll zwar wirksam seyn, aber verhältnißmäßig viel Wasser erfordern.

Eine Verbesserung dieser Anordnung durch Fourneyron in Frankreich zeigt endlich Fig. 14. Nach derselben ist in angemessener Tiefe unter dem kreisförmig geöffneten Gerinneboden an einer herabhängenden, die Radwelle umgebenden Röhre eine Scheibe und an dem Gerinneboden ein Kranz befestigt, der nur bis zur Oberkante der Schaufeln des um die Scheibe sich drehenden Rades herabreicht, den übrigen Theil des Cylindermantels in der Höhe der Schaufeln, also bis zur Scheibe offen läßt. Innerhalb des Kranzes, demselben sich anschließend, bewegt sich das gleichfalls kranzförmige Schütz, und schließt beim Herablassen die Schaufelöffnung des Rades zum Theil oder völlig. Auf der Scheibe sind Directionsschaufeln befestigt, zwischen welchen das Wasser vor dem Ausflusse diejenige Richtung annimmt, welche der Wirkung auf die gekrümmten Radschaufeln am vortheilhaftesten ist*).

Anmerk. Die horizontalen Wasserräder werden im Allgemeinen wegen der großen Geschwindigkeit ihrer Bewegung auch Turbinen oder Kreiselräder genannt. Anderer Einrichtungen und Benennungen der horizontalen, so wie der verticalen Wasserräder hiernach zu gedenken, erscheint nicht nöthig.

II. Triebräder.

Durch die Triebräder wird die Kraft nach dem Orte ihrer Bestimmung, dem Last-Angriffspunkte, geleitet und nach Erfordern die dortige Geschwindigkeit vergrößert oder verringert. Sie können entweder stumpf gegen einander gehen, oder aus Seil- oder Kettenrädern bestehen, oder aber mit Zähnen zum Eingriff versehen werden.

Stumpf gegen einander (Fig. 15.) gehen Triebräder bei leichten, Seile, Riemen oder Ketten (Fig. 16.) erhalten sie bei schon mehr belasteten, und Zähne (Fig. 17.) bei stark belasteten und solchen Maschinen, bei welchen es auf große Sicherheit oder Genauigkeit der Bewegung ankommt.

Die Hervorragungen an dem Kranze oder Ringe eines Rades, welche in die des andern greifen sollen, werden zwar ausschließlich Zähne genannt, wenn sie mit dem Kranze aus einem Stücke bestehen, wie namentlich bei gegossenen Rädern, und Kämme, wenn sie in den Kranz eingesetzt sind; indessen ist Zahnrad die gemeinsame Benennung für Räder beiderlei Art.

Zahnräder sind entweder:

1) Stirnräder, deren Zähne oder Kämme auf der äußeren Fläche oder Stirn des Rades (mit dem Halbmesser in gleicher Richtung) sich befinden (Fig. 18.). Nach ihrer Form werden diese Räder auch Sternräder genannt.

2) Kammräder oder Kronräder, wenn die Zähne oder Kämme an der Seitenfläche des Rades (senkrecht auf dem Halbmesser) stehen. (Fig. 19.)

In beiden Fällen müssen die Zähne oder Kämme übrigens central nach der Axe des Rades gerichtet seyn.

Cylindrische Hervorragungen an dem Umfange eines Rades, deren Axen mit der Wellaxe parallel liegen, heißen Stäbe oder Stöcke und die mit solchen versehenen Räder:

3) Drehlinge (auch obgleich nicht sprachrichtig: Drillinge oder Trillinge), wenn nach Fig. 20. die Enden der Stöcke (deren in der Regel nicht weniger als 24) in die Seitenflächen zweier parallel stehender Scheiben eingesetzt sind.

4) Getriebe, bei kleinerer Anzahl der Stäbe oder Stöcke, welche im Einschnitte unmittelbar an der Stirn der Scheiben eingelegt und mit Ringen gebunden werden (Fig. 21.), oder endlich

5) Kumpfe (auch Kumme oder Kumpte genannt), wenn die ebenfalls nur kleine Zahl der Stöcke nicht in Scheiben, sondern in die Mantelfläche der Welle (Kumm- oder Kummtwelle) eingelegt und mit Ringen umfaßt werden. (Fig. 22.)

Die Form der vorstehend beschriebenen 5 Arten Triebräder, die Stellung der Zähne und Kämme, so wie die Lage der Stöcke, ändert sich bei conischen (kegelförmigen) oder sogenannten verjüngten Rädern, die nach englischem Ausdruck Senkungs-Triebwerke, kurz, auch Winkel- oder Kegelräder genannt werden.

---

*) Ueber die Construction eines solchen, jedoch weiter verbesserten Rades und über Versuche mit demselben siehe den Aufsatz des Fabriken-Commissions-Rath Wedding in den Verhandlungen des hiesigen Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1837, pag. 68; desgleichen die horizontalen Wasserräder rc., ihre Geschichte, Construction und Theorie rc. von Moritz Rühlmann, Chemnitz, Expedition des Gewerbeblattes für Sachsen, 1840.

Conisches Triebwerk wird entschieden vortheilhafter als cylindrisches (sogenanntes gerades) angewendet:

a) wenn die Axen der ineinandergreifenden Räder sich rechtwinklig schneiden, wobei die Halbmesser beider Räder gleich groß oder verschieden seyn können, (Fig. 22.)

b) wenn die Axen unter stumpfen oder spitzen Winkeln sich schneiden. (Fig. 24. u. 25.)

Wie leicht zu ermessen, muß die Linie, in welcher je zwei solcher Räder sich ergreifen, zwischen dem Durchschnittspunkte der Axen und dem Berührungspunkte der äußeren Peripherie der Stirnen liegen. Uebrigens können auch conische Räder bei leichten Maschinen stumpf gegen einander laufen.

Halbe Drehlinge und Getriebe bestehen nach Fig. 26. u. 27. aus nur einer Scheibe und kurzen eingesteckten oder eingelegten Stöcken.

Solche Räder dienen auch als treibende, erhalten in diesem Fall zahnförmige Stöcke, können auch conisch geformt werden und heißen Bunkel (nach dem holländischen von Bonkelaar).

Sogenannte innere Stirnräder sind mit nach innen gekehrten Zähnen versehen.

Auch werden Stirn- und Kammräder mit einander oder wohl mit Drehlingen (Fig. 28.) verbunden, wenn die Anordnung der Maschine oder die Beschränktheit des Raumes es nöthig macht.

III. Schwungräder, Schwungkolben, Schwungflügel.

Schwungräder und Schwungkolben (Fig. 30. u. 31.) werden angebracht, um durch das Beharrungsvermögen ihrer in schnelle Bewegung gesetzten Masse der Maschine einen gleichförmigen Gang zu geben, wenn die Kraft ungleichmäßig, wie bei Krumzapfen und Kurbeln, oder nur stoßweise wirkt, oder wenn der Widerstand der Last einem Wechsel unterworfen ist. (Dampfmaschinen, Schneidemühlen u. s. w.)

Schwungflügel (Fig. 32.), an ihren Armen oder um dieselben stellbar, sollen durch den Widerstand der Luft die etwa zu sehr zunehmende Geschwindigkeit der Maschine in gewisser Grenze halten, und so den Gang der Maschine den Umständen gemäß regeln.

Anmerk. Außer den bisher angeführten, gewöhnlich nur vorkommenden Rädern, giebt es noch andere künstlicher zusammengesetzte, als:

künstliche Kettenräder, bei welchen die Kettenglieder in die Zähne eines Rades eingreifen und dazu eingerichtet seyn müssen;

Kehrräder, sowohl Wasser- als Triebräder zum wechselnden Gange in entgegengesetzter Richtung;

Parasol- (Parsol-) Räder, die während des Ganges im mechanischen Halbmesser oder in der Geschwindigkeit der Peripherie vergrößert und verkleinert werden können;

Hypocicloiden-Räder, welche mittelst einer Kolbenstange oder einer andern Parallelbewegung ohne Weiteres die rotirende oder Radbewegung gestatten;

Sonn- und Planetenräder, welche bei gleicher Größe mit anderer als verhältnißmäßiger Geschwindigkeit umlaufen;

elliptische oder ovale Räder, welche mit ungleicher oder wechselnder Geschwindigkeit wirken, auch wie die Kehrräder sich bewegen können;

excentrische Räder, die mit veränderlicher Geschwindigkeit gehen und auch mit wechselnder Kraft wirken;

Sperrräder, die belastet in jedem Punkte stehen bleiben oder den Rückgang eines Rades oder einer Welle verhindern.

Aller dieser Räder, so wie anderer Vorrichtungen, um Bewegungen hervorzubringen oder zu hemmen, auch eine rotirende Bewegung in eine hin und her gehende zu verwandeln, wird gehörigen Orts gedacht werden, als:

der Kurbel,
des Krumzapfens,
der Ziehscheibe oder des Haspelrades (Fig. 29.),
der Schraube ohne Ende,
des Kammbaums u. s. w.

Erste Abtheilung.

Von den einzelnen Theilen der Maschinen, vorzugsweise der Mühlen.

Von dem Bau hölzerner Räder im Allgemeinen.

§. 1.

Unter den einzelnen Theilen der Maschinen nimmt das Räderwerk den vorzüglichsten Rang ein, es wird deshalb zuerst davon gehandelt werden. Hauptbestandtheile des Rades, Felge, Ring. [Blatt I.]

Hölzerne Räder, von welchen zuförderst die Rede seyn wird, werden aus einzelnen Stücken, Felgen genannt, zusammengesetzt und diese nach gewissen Regeln so mit einander verbunden, daß daraus der Ring, Reifen oder Kranz des Rades gebildet wird. Es ist einleuchtend, daß zu großen Rädern mehr Felgen, als zu kleinen erforderlich sind, man sagt daher: das Rad sei aus 4, 6, 8 u. s. w. Stücken, die man auch Viertel nennt, zusammengesetzt, worunter man indeß immer nur eine Felgenlage begreift, obwohl des Verbandes wegen der Ring aus einer doppelten, zuweilen sogar aus einer dreifachen Felgenlage (bei Verwechselung der Stöße der Felgen) zusammengesetzt ist. Die Felgen können in einem Rade ferner alle gleich lang seyn, oder aus langen und kurzen Stücken bestehen, je nachdem dies die Anzahl der Schaufeln, Kämme u. s. w. bedingt, wie aus dem Folgenden erhellen wird.

§. 2.

Zur Anfertigung der Räder gehören zuvörderst nun die Radestuhl.

Radestühle

als diejenigen Vorrichtungen, auf welchen der Ring des Rades zusammengebaut wird. Sie bestehen aus einem Gerüst mit so viel Armen, als das Rad Felgen erhalten soll, auf Füßen also ruhend, daß ein Mensch bequem davor stehen und arbeiten kann, und welches im Mittelpunkt mit einem Zapfen, dem sogenannten Mönnig oder Möng zum Aufsetzen des Radezirkels versehen ist.

Die Fig. 33. zeigt einen dergleichen Radestuhl zu einem Rade von 4 Stücken, und zwar in A in der Ansicht von oben, in B von der Seite. Vier Arme sind hier aus Halbhölzern rechtwinklig übereinander geblattet, an den Enden, zum Festhalten der theilweise darauf bemerkten Felgen mit sogenannten Docken oder Knaggen a, deren eine in a′ besonders verzeichnet, in der Mitte mit dem Mönnig b, in b′ wieder besonders verzeichnet, und unter den Knaggen mit den Füßen c von etwa 2 Fuß Höhe versehen. Vorzüglicher und zugleich passender für Räder aus langen und kurzen Felgen, sind jedoch die doppelarmigen Radestühle nach Fig. 34., auf welchen die Felgen sicherer liegen und die Enden oder Stöße derselben zum genaueren Zusammenschneiden frei bleiben. Hier können die Arme wegen der nur einfach darauf erforderlichen Docken von Kreuzholz genommen werden, so daß ein solcher Radestuhl nicht mehr Holz als ein einfacher erfordert.

Daß Radestühle, als Nebensache, übrigens beliebig angefertigt werden können, wird nebenbei bemerkt, und richtet man sich hierbei nach den zu Gebote stehenden Hölzern. So kann z. B. ein achtarmiger Radestuhl auch nach **A** oder **B** Fig. **35.** angefertigt werden.

§. 3.

Radezirkel.

Radezirkel. [Blatt I.]

Außer dem sonst beim Bau eines Rades nöthigen Handwerkzeuge ist, da man sich im Großen nicht wohl eines auf gewöhnliche Weise angefertigten Handzirkels zur Schlagung von Kreislinien bedienen könnte, der schon beim Mönnig erwähnte Radezirkel erforderlich, welcher, wie aus Fig. **36.** ersichtlich, aus einer Latte besteht, die an dem etwa **3 — 3½** Zoll breiten Ende mit Löchern **a**, dem andern nur halb so breiten Ende dagegen mit dem Reißzahn **b** versehen ist. Die Löcher dienen zum Aufsetzen des Zirkels auf den Mönnig, als dem Mittelpunkt, und richtet sich ihre Anzahl nach der Menge der zu schlagenden Kreisbögen, deren nach der Bestimmung des Rades immer zwei bis drei erforderlich sind. Die Entfernung der beiden äußeren Löcher (**2.** u. **3.**) von einander, bestimmt sich dagegen nach der Breite des Ringes oder Kranzes. Der Reißzahn wird nach der (vergrößerten) Fig. **37.** oder **38.** zum Feststellen mittelst Schraube angefertigt, und statt der Spitze mit einer gezahnten Schärfe zum Einschneiden der Kreislinien versehen. Damit zugleich alle an der innern Seite des Radezirkels gezogenen geraden Linien in das Centrum des Rades treffen (Central-Linien werden), ist derselbe halb so breit, als sein Ende **a** (Fig. **36.**), und eben so muß sich die Höhe des Mönnigs, oder vielmehr der Absatz desselben, auf welchen der Radezirkel zu liegen kommt, nach der Felgenstärke richten, damit letzterer immer wagerecht liegt, welches bei der zweiten (oberen) Felgenlage durch aufgesetzte Klötzchen bewirkt wird.

Daß die Länge des Radezirkels sich nach der Größe des zu fertigenden Rades mit richten muß, versteht sich von selbst. Um solchen Zirkel jedoch zugleich auch brauchbar für größere und geringere Ringbreiten zu haben, können dessen Löcher auch verschiebbar, nach Fig. **39.** eingerichtet werden, wo die Seitenlöcher in besonderen Klötzchen, die durch Keile hin und her getrieben werden können, angeordnet sind. Und eben so kann auch das Fußmaß auf dem Radezirkel vermerkt seyn (s. Fig. **36.**), und zwar von dem ersten oder zweiten Loche aus, je nachdem der Halbmesser des Rades von der äußern Peripherie oder der Mitte des Kranzes oder Ringes aus bestimmt werden soll.

Noch ist am Anfange des Radezirkels das halbe Loch vorhanden, um, ohne den Zirkel erst immer aufsetzen zu dürfen, Centrallinien ziehen zu können, die vielfach nöthig werden.

§. 4.

Stangenzirkel.

Stangenzirkel.

Zur Eintheilung und Absteckung der Felgenlängen bedient man sich des Stangenzirkels oder Viertelmaßes, ebenfalls aus einer und der größern Leichtigkeit wegen noch schwächeren Latte bestehend, die nach Fig. **40.** an den Enden mit Docken oder Cylindern **a** und **b** versehen ist, welche eiserne Spitzen haben, und deren eine (hier **b**) verschiebbar ist. Solcher Stangenzirkel sind, wenn sie nicht unbequem lang werden sollen, wieder mehrere, zu verschiedenen Felgenlängen passend, forderlich. Man kann dieselben aber nach Fig. **41.** auch hohl und also zum Verschieben einrichten, wenn man von der größern Leichtigkeit absehen will. Uebrigens kann auf den erstgedachten (Fig. **40.**) auch das Fußmaß vermerkt seyn.

Nach §. 2. erhält der Radestuhl mindestens immer so viel Arme, als das Rad aus Stücken zusammengesetzt werden soll. Zu sehr kleinen Rädern kann man sich aber auch einer Scheibe bedienen, auf welche nach Fig. **42.** Latten genagelt sind, die die Stelle der Arme vertreten. Diese Scheibe wird mit untergenagelten Leisten und Füßen versehen, oder auf einen gewöhnlichen Radestuhl gelagert. Hier kann nun nach den Umständen auch mit hinreichend großen Handzirkeln statt mit Rade- und Stangenzirkeln gearbeitet werden.

§. 5.

Bestimmung der Felgenbreiten und Längen.

Bestimmung der Länge und Breite der Felgen.

Die Kränze oder Reifen der Räder werden, wie oben angeführt, aus einzelnen Felgen zusammengesetzt, die nach dem Halbmesser des Rades ausgerundet sind, und es werden diese Felgen, wie ebenfalls schon bemerkt,

gewöhnlich zweifach (zuweilen auch dreifach) mit Verwechselung der Stöße aufeinander gelegt und mit hölzernen Nägeln zusammen genagelt. Es ist begreiflich, daß, je länger die Felgen sind, desto weniger Stücken zu einem Rade erforderlich werden, und ein Rad um so haltbarer werden muß, aus je weniger Stücken es zusammengesetzt werden kann. Dies hat jedoch seine Grenzen, indem man mit der Breite der Bohlen oder Pfosten, welche in der Regel nicht über 18—20 Zoll, seltener schon bis 24 Zoll breit zu haben sind, beschränkt ist, weshalb man sich auch mehr der krummen Hölzer da bedienen sollte, wo diese leicht zu erhalten sind. Aus weniger als vier Stücken pflegt man Räder in der Regel aber nicht anzufertigen, macht sie auch immer gern aus einer solchen Felgenzahl, bei welcher sich die Arme gehörig einlegen lassen, ohne daß sie auf unpassende Stellen treffen. Wasserräder (diese vorzugsweise) kann man aber auch ohne Nachtheil aus einer ungeraden Felgenzahl fertigen, wie gehörigen Orts gezeigt werden wird. Werden die Räder über 10 Fuß hoch, so kann man sie, außer in ungewöhnlichen Fällen, nicht mehr aus 4 Stücken zusammensetzen, sondern muß nach Verhältniß ihrer zunehmenden Größe 6, 8 und mehr Stücken dazu wählen, wenn die Pfostenbreite nicht zu groß ausfallen soll. Bei Wasserrädern nimmt man die Felgen etwa 5—9 Fuß lang, so daß man zu niedern Rädern kürzere, zu höhern aber längere Felgen verwendet. Nur bei Rädern, welche unter 7 Fuß hoch sind, muß man wegen der großen Krümmung noch kürzere Felgen verwenden.

§. 6.

Anzahl und Eintheilung der Felgen.

Anzahl und Eintheilung der Felgen. [Blatt I.]

Die Anzahl und Eintheilung der Felgen, so wie die Länge und Breite derselben, kann man am leichtesten und genau genug finden, wenn man sich das zu erbauende Rad nach einem verjüngten Maßstabe aufzeichnet und einrichtet. Im Allgemeinen ist folgendes darüber zu bemerken: Läßt sich die aus der Zeichnung zu entnehmende Anzahl der Felgen des Rades (worunter immer nur eine Felgenlage zu verstehen ist), in die Anzahl der Schaufeln oder der Kämme u. s. w. ohne Rest dividiren, so können alle Felgen gleich lang werden; ist dies aber nicht der Fall, so muß man lange und kurze Felgen nehmen, d. h., es werden einige etwas länger, andere etwas kürzer, als es das gerade Maß ergiebt, gemacht.

Ein Wasserrad werde z. B. aus 6 Stücken angefertigt und soll 40 Schaufeln erhalten. Dividirt man die Anzahl der Felgen in die der Schaufeln, so erhält man auf jede Felge 6 Schaufelweiten, da aber 4 Schaufeln übrig bleiben, so müssen 4 Felgen jede 7 und 2 Felgen jede 6 Schaufeln erhalten.

Nämlich: 6 : 40 = 6 Schaufelweiten,
4 Rest,

d. i.

4 Felgen zu 7 Schaufelweiten = 28
2 — 6 — = 12
sind 6 Felgen und 40 Schaufeln.

Sollte das Rad aber aus 7 Stücken gefertigt werden, so stände die Rechnung also:

7 : 40 = 5 Schaufelweiten,
5 Rest,

oder:

5 Felgen zu 6 Schaufelweiten = 30
2 — 5 — = 10
sind 7 Felgen und 40 Schaufeln.

Oder ein Stirnrad habe 76 Kämme und solle aus 6 Stücken angefertigt werden:

6 : 76 = 12 Kämme,
4 Rest,

giebt:

4 Felgen zu 13 Kämmen = 52
2 — 12 — = 24
sind 6 Felgen und 76 Kämme.

Bei Kammrädern und Drehlingen sucht man lange und kurze Felgen gern zu vermeiden, übrigens gelten hier dieselben Regeln.

§. 7.

Praktische Anweisung.

Praktisch bestimmt man die ungleichen Felgenlängen auf folgende Art, nachdem vorher alle Felgenlängen, ohne Rücksicht auf Schaufelweite ꝛc., gleich lang angenommen worden. Es sei Fig. 43. eine solche aufgerissene Felge (von dem Praktiker gerade Felge genannt), und **ab** ihre Länge. Man zieht die Linie **cd** gleich der Schaufelweite, und theilt solche in so viel gleiche Theile, als überhaupt Felgen in eine Lage kommen; sodann nimmt man so viel dieser Theile, als kurze Felgen nöthig sind, und setzt sie an die aufgerissene Felge aus **b** in **e**. Dies giebt den Zusatz und **ae** wird das Maß für die langen Felgen. Ferner nimmt man so viel von den Theilen **cd**, als lange Felgen nöthig sind, trägt sie zurück aus **b** nach **f**, dann giebt **af** die Länge einer kurzen Felge an.

Beispiel: Ein Wasserrad soll 40 Schaufeln erhalten und aus 7 Stücken angefertigt werden.

Wie vorhergehend gezeigt wurde, kommen hier auf jede der 5 Felgen 6, und auf jede der 2 Felgen 5 Schaufeln. Es sei in Fig. 43. **ab** die aufgerissene gerade Felgenlänge. Man theilt nun die Schaufelweite **cd** in 7 gleiche Theile, trägt 5 dergleichen Theile aus **b** in **f** ab, so giebt **af** das Maß einer kurzen Felge; ferner trägt man 2 Theile von **cd** von **b** nach **e** ab, so giebt **ae** das Maß einer langen Felge an.

Ferner soll ein Wasserrad 48 Schaufeln erhalten und aus 10 Stücken angefertigt werden.

Hier kommen nach vorhergehender Berechnung auf jede der 8 Felgen 5, und auf jede der 2 Felgen 4 Schaufeln. Enthält nun Fig. 44. in **ab** die Länge einer geraden Felge, so theilt man die Schaufelweite **cd** in 10 gleiche Theile und trägt 2 solcher Theile von **b** nach **e**, 8 dagegen von **b** nach **f** ab; dann hat man in **ae** wieder das Maß einer langen und in **af** das einer kurzen Felge.

Nach eben diesen Regeln wird nun bei den Stirnrädern u. s. w. verfahren, wenn die Anzahl ihrer Kämme u. s. w. durch die Anzahl der Felgen dividirt, einen Rest läßt. Andere praktische Regeln, die Felgenlängen zu bestimmen, werden in Beispielen von dem Bau der Wasserräder selbst angeführt werden; hier verdient nur noch bemerkt zu werden, daß der praktische Arbeiter nach mechanischen Regeln überhaupt sicherer, als nach der Rechnung arbeitet. Es ist daher nöthig, sich mit diesen Regeln bekannt zu machen, wenn man den Arbeiter nicht zu Fehlern verleiten will.

§. 8.

Ausarbeitung der Felgen.

Ausarbeitung der Felgen.

Ist zum Bau eines Rades alles eingeleitet, so wird zur Ausarbeitung der Felgen zuvörderst eine Chablon- oder Reißfelge angefertigt, und zwar entweder zu gleich langen (geraden), oder zu langen und kurzen Felgen, in welchem letzteren Falle das Maß der kurzen Felge auf der langen Felge auch nur vermerkt werden darf. Nach dieser Reißfelge werden nun sämmtliche Felgen auf die dazu bestimmten Pfosten verzeichnet, wobei es sich von selbst versteht, daß untaugliche Stellen, als große oder faule Aeste und dergleichen, übergangen werden müssen. Die verzeichnete Pfoste wird darauf im Ganzen oder in einzelnen Stücken entweder nach Fig. 46. auf eine Fugbank gebracht, oder nach Fig. 45. in Einschnitten auf Klötzen befestigt und behufs der Ausarbeitung mit Sägeneinschnitten versehen, die das Ausarbeiten nicht allein erleichtern und das Einspalten des Holzes verhüten, sondern auch zugleich das nöthige Nagelholz gewähren. Sollten die Felgen aber mit einer Handsäge nach der Rundung ausgeschnitten werden, so können die Abgänge dennoch zu Nägeln verwendet werden, wobei es sich von selbst versteht, daß solche hinterdrein in erforderlicher Nagellänge zerschnitten werden müssen.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen soll nun vom Bau der Räder, so wie den anderweiten einzelnen Theilen der Maschinen selbst gehandelt werden.

Von den unterschlächtigen Wasserrädern.

§. 9.

Schaufel- und Nagelvertheilung, und Anlegung der Felgen. [Blatt I.]

Bei der Anfertigung unterschlächtiger Wasserräder, so wie der Wasserräder überhaupt, kömmt es zunächst auf die Schaufelvertheilung, so wie auf die Anlegung und Nagelung der Felgen an, und es treffen in der

Regel 2 oder 3 Paar Nägel zwischen jede Schaufel, je nachdem letztere mehr oder weniger entfernt von einander sind. Es darf jedoch keine Nagelung mit einem Stoß anliegender Felgen, so wie auch keine Schaufel mit einem Stoß zusammen treffen, wenn das Rad regelrecht und dauerhaft angefertigt seyn soll. Hieraus entspringt die wichtige Frage: wie mit der Schaufel- und Nagelvertheilung, so wie mit der Anlegung einer oberen Felge auf den Stoß zweier unteren Felgen verfahren werden soll?

Die Antwort ist: Nachdem die untere Felgenlage des Reifens auf die Art, wie weiter unten gezeigt werden wird, vollendet ist, oder wenn über etliche untere Felgen eine obere angelegt werden soll, so theile man die obere Felge in so viel gleiche Theile, als sie Schaufeln bekommen soll. Da aber die erste und letzte Schaufel nicht auf das Ende der Felge, also auf Stöße treffen dürfen, so theile man jeden dieser Theile wieder, je nachdem das Rad 2 oder 3 Paar Nägel zwischen jede Schaufel bekommen soll, in 2 oder 3 Theile, woraus sich die Schaufelstellung und Nagelung, so wie die richtige Anlage der oberen Felge, die von der Schaufelstellung und Nagelung abhängig ist, leicht ergiebt.

Einige Beispiele werden dies deutlich machen.

1) Es sei Fig. 47. eine obere Felge, auf welche 4 Schaufeln und zwischen jede derselben 2 Paar Nägel kommen sollen.

Man theile die Felge in 4 gleiche Theile und halbire jeden derselben, weil 2 Paar Nägel zwischen jede Schaufel kommen sollen, dann geben die Punkte a a′ a″ a‴ die Stellen für die Schaufeln, und diese noch einmal halbirt, die der Stellen für die Nagelungen an, und es wird auf den Stoß der unteren Felge das Mittel o der oberen Felge gebracht, weil dieses sowohl von der Schaufelstellung als Nagelung frei ist.

2) Auf eine obere Felge Fig. 48. sollen 5 Schaufeln und zwischen jede derselben 2 Paar Nägel kommen.

Man theile die Felge in 5 gleiche Theile. Werden diese halbirt, so geben die Punkte a a′ u. s. w. wieder die Schaufelstellen, und noch einmal halbirt, die Nagelungen an; da hier aber die dritte Schaufel (a″) in die Mitte o zu stehen kommt, so muß die Anlage dieser oberen Felge auf den Stoß zweier unteren Felgen um eine halbe Schaufelweite aus dem Mittel, also nach dem Punkte 2 oder 3 fallen, je nachdem die Vertheilung rechts oder links herum geschieht.

3) Auf die obere Felge Fig. 49. sollen 4 Schaufeln, zwischen jede derselben aber 3 Paar Nägel kommen.

Zuvörderst wird die Felge wieder in 4 gleiche Theile getheilt; da aber zwischen jede Schaufel 3 Paar Nägel kommen, jeder dieser Theile wieder in 3 gleiche Theile, worauf mit der Schaufelstellung auf dem ersten oder zweiten Drittel der Anfang gemacht werden kann. Behufs der Nagelung werden alle diese Theile noch einmal halbirt.

Die Anlage der Felge auf den Stoß zweier unteren Felgen kommt hier zwar auf ⅓ der Schaufelweite, jedoch, da eine gerade Schaufelzahl angenommen ist, wieder auf die Mitte o der Felge zu stehen.

4) Auf die obere Felge Fig. 50. sollen 5 Schaufeln, und zwischen jede derselben 3 Paar Nägel kommen.

Die Felge wird in 5 gleiche Theile getheilt, und jeder dieser Theile wieder in 3 gleiche Theile. Das übrige Verfahren ist dem vorhergehenden gleich, bis auf die Anlage, welche zwar wieder auf ⅓ der Schaufelweite, jedoch wegen der ungeraden Anzahl Schaufeln hier auf ⅔ oder ⅙ aus der Mitte kommt.

Diese 4 Fälle sind hinreichend, um die Vertheilung der Schaufel- und Nagelweiten, so wie die Anlage der Felgen für jeden besondern Fall, zu bestimmen. Es geht daraus hervor, daß bei einer geraden Zahl von Schaufeln, es mögen 2 oder 3 Paar Nägel zwischen jede Schaufel kommen, immer auf der Mitte der Felge, bei einer ungeraden Zahl von Schaufeln aber bei 2 Paar Nägeln um die halbe Schaufelweite, und bei 3 Paar Nägeln um ⅙ der Schaufelweite aus der Mitte angelegt werden muß.

Anmerk. Man kann diese erforderlichen Eintheilungen übrigens eben so auf einer unteren Felge machen, und dann das Ende der oberen Felge auf den für die Anlage bestimmten Punkt bringen. Auch könnte man die Felgenlänge im ersten Fall in 16, im zweiten in 20, im dritten in 24, im vierten in 30 Theile theilen, um sämmtliche Punkte zu erhalten; es würden dann im ersten Fall (Fig. 47.) auf den ersten Punkt ein Paar Nägel, auf den zweiten eine Schaufel, auf den dritten wieder ein Paar Nägel kommen und der vierte Punkt frei bleiben, und so im Uebrigen.

§. 10.

Bau des Kranzes.

Nach diesen Vorbemerkungen soll nun zum Bau des Rades selbst geschritten werden.

Unterschlächtige Räder erhalten in der Regel eine Höhe von 14 bis 20 Fuß; man geht in einzelnen Fällen aber auch darüber hinaus, so wie man sie unter besonderen Umständen auch niedriger macht.

Um den Bau eines dergleichen Rades in seinen Einzelnheiten zu zeigen, ist beispielsweise hier ein Rad von 14 Fuß Höhe gewählt worden, welches aus 8 Stücken angefertigt werden und 24 Schaufeln, so wie zwischen jede Schaufel 3 Paar Nägel erhalten soll.

Die Zusammensetzung des Reifens ist auf Bl. II. in Fig. 51. und 52. dargestellt, und zum Bau ein doppelarmiger Radestuhl gewählt worden. Es lassen sich diese Reifen, da die Anzahl der Schaufeln durch die Anzahl der Felgen dividirt, ohne Rest aufgeht, aus gleich langen Stücken anfertigen, und kommt es Behufs der Anfertigung der Reißfelge nur darauf an, das Achtelmaß zu bestimmen. Dieses ist nach den Regeln der Geometrie ohne Weiteres $\frac{13}{17}$ des Halbmessers, und kann durch Rechnung leicht gefunden werden*). Der Praktiker theilt den Halbmesser jedoch mechanisch in 17 gleiche Theile und nimmt davon 13, die er mittelst des Viertelmaßes auf der zur Reißfelge bestimmten Pfoste absteckt.

Ist nach dieser Reißfelge die erforderliche Anzahl Felgen ausgearbeitet, so wird zur Zusammenlegung derselben geschritten und zu diesem Behuf eine Felge **A** Fig. 51. auf den Radestuhl gelegt, mittelst Keilen **aa** befestigt und in den Zirkel (Kreislinie) gebracht. Hierauf wird die Felge **B** rechts oder links daneben gelegt, wie vorhergehend befestigt und nun der Stoß **bc**, welcher selten genau zusammen trifft, so oft mit einer Handsäge nachgeschnitten und wieder zusammengetrieben, bis der Anschluß gehörig erfolgt ist. Ferner wird die dritte Felge **C** gegen **A** oder **B** gestoßen, wie vorhergehend behandelt, und auf diese Weise fortgefahren, bis die erste Felgenlage vollendet ist.

Beim Beginn der zweiten Felgenlage muß zuvörderst der Anlegepunkt der ersten Felge bestimmt werden. Dieser ist bei einer ungeraden Schaufelzahl und 3 Paar Nägeln um $\frac{1}{6}$ der Schaufelweite aus der Mitte einer oberen oder unteren Felge zu nehmen. Man erhält solchen für diesen besonderen Fall aber auch, wenn man die Felgenlänge (s. Fig. 52.) in 9 gleiche Theile theilt und auf den 4ten Theil davon die obere Felge anlegt.

Ist hiernach die Felge **D** gelagert, so wird sie mittelst Schraubenzwingen (s. Fig. 53.) oder anderweiten einfachen Zwingen von Holz oder Eisen (Fig. 54. a. und b.), von welchen die letzteren am wenigsten hinderlich sind, mit der unteren Felgenlage verbunden und vorläufig an den Stößen genagelt. Hierauf wird wieder eine Felge **E** rechts oder links dagegen gestoßen, mit denselben Zwingen, die bei der ersten Felge **D** nun nicht mehr erforderlich sind, wie punktirt angegeben befestigt, wie vorhergehend genagelt, nachdem der Stoß beider Felgen, wie bei der ersten Felgenlage vorher genau zusammengeschnitten worden ist, und auf diese Weise auch die zweite Felgenlage ausgeführt.

Manche verfahren bei der Anfertigung der Reifen auch also, daß sie, wenn z. B. nach Fig. 55. zwei untere Felgen **A** und **B** zusammengeschnitten sind, gleich eine dritte Felge **C** darüber klammern und solche mit den unteren auf vorhergehende Art verbinden. Nunmehr stoßen sie die Nebenfelgen an **A** und **B**, und darüber wieder an **C** die beiden oberen, so daß der Reifen auf diese Weise gleich in doppelter Felgenlage vollendet wird. Durch dieses Verfahren wird indessen nichts gewonnen. Noch Andere stoßen bei vorgedachter Verfahrungsart an die obere Felge **C** nach Fig. 56. gleich die Nebenfelgen **F** und **G** an, kehren diesen bis hierher vollendeten Theil des Reifens nun um, damit die bedeckten unteren Stöße wieder oben kommen, und fahren auf diese Weise durch wiederholtes Umkehren und Anstoßen der Nebenfelgen bis zur Vollendung fort, wodurch indeß ebenfalls nichts gewonnen, wohl aber mehr Mühe und Arbeit verursacht wird, leicht Beschädigungen herbei geführt werden können und höchstens nur da Anwendung finden kann, wo das Rad aus langen und kurzen Felgen anzufertigen ist. Endlich wird die genaue äußere und innere Abrundung des Reifens auch wohl erst nach der Vollendung desselben bewirkt, wobei indeß wieder nichts gewonnen, diese Arbeit wohl aber dadurch erschwert wird, daß nunmehr der Hobel dabei nicht angewendet werden kann, da die Fasern des Holzes wegen der verschiedenen Felgenlagen beim Hobeln meistens überzwerch gehen.

---

*) Es ist der Halbmesser nämlich 7 Fuß oder 84 Zoll; diese mit $\frac{13}{17}$ multiplicirt, giebt $64\frac{4}{17}$ Zoll, auch für die Ausführung genau genug 5 Fuß $4\frac{1}{4}$ Zoll.

§. 11.

Ist der Reifen auf die eine oder andere Weise vollendet, so wird der ganze Theilriß, welcher auf die Mitte des Reifens trifft, mittelst des Radezirkels aufgerissen, auf diesem zunächst die Schaufeltheilung, dann der Vermerk für die vollzählige Nagelung gemacht, und solche ausgeführt. Nachdem dies geschehen und der Reifen oberhalb gehörig abgeglichen (gehobelt) ist, wird die Schaufeltheilung also ausgeführt, wie sie in Fig. 57. (theilweise durch Punktirung mit der Lage der Arme) angedeutet worden ist. Die Schaufeln erhalten nämlich nicht allein viereckige Zapfen, sondern werden zugleich auch um etwa ½ bis ¾ Zoll tief eingelarvt, damit sie dem Druck des Wassers ohne zu zerspalten widerstehen können. Die Zapfenlöcher werden auch etwas größer als die Schaufelstärke gemacht, um die Zapfen mittelst besonderer Schaufelkeile im Reifen festkeilen zu können, wodurch ohne Weiteres gleich der Zusammenhalt des Rades (d. i. der beiden Radkränze) mit bewirkt wird. Die Erweiterung der Zapfenlöcher geschieht übrigens immer auf der Seite des zuströmenden Wassers, damit die Schaufel in der ganzen Breite an der entgegengesetzten Brüstung der Larve anliege. Nur in der Nähe der Arme wird wegen der Bedeckung derselben mit stärkeren Bohlstücken (sogenannter Laschen) eine Ausnahme gemacht und die Erweiterung des Loches auf der entgegengesetzten Seite bewirkt, wie bei **m** und **n** zu ersehen ist. Die Schaufelkeile dürfen ferner nicht in die Zapfen nach Fig. 58. bei **o** der Schaufeln, sondern immer nur nach **p** dagegen gesetzt werden, damit die Zapfen einerseits nicht zerspalten, andererseits auch behufs Herausnahme alter Schaufeln, ohne den Reifen zu beschädigen, wieder gelöset werden können, weshalb die Keile auch vorn keine Schneide erhalten dürfen, sondern stumpf bleiben müssen. Und so zeigt Fig. 59. zugleich, wie die Felgennagelung entgegengesetzterseits verkeilt werden muß, damit die Felgen nicht auseinander gehen können. Diese Keile müssen jedoch, wie in Fig. 58. mit bemerkt, rechtwinklig auf die Fasern des Holzes gesetzt werden, damit sie die Felgen nicht zerspalten. Daß man sich übrigens zur überall gleich tiefen Ausarbeitung der Larven für die Schaufeln mit Vortheil auch eines sogenannten Grundhobels bedient, wird nur nebenbei bemerkt. Fortsetzung.

Neumann (s. §. 17.) will die Felgen statt der bloßen Nagelung lieber durch hölzerne Schrauben miteinander verbunden wissen, und giebt das Verfahren dazu an. Wenn die Zweckmäßigkeit eines solchen Verfahrens auch nicht in Abrede zu stellen seyn möchte, so dürfte dasselbe in vielen Fällen, mit Rücksicht auf die Anfertigung der Schrauben, doch zu zeitraubend seyn, um so mehr, als eine gute Nagelung selten losläßt, indem die Nägel im Wasser verquillen, vorher des besseren Bindens wegen aber auch noch in Theer getaucht werden, der im Wasser indessen weniger bindet.

Zugleich ist es für die größere Festigkeit vortheilhaft, die Nägel den äußeren Kanten nahe genug zu bringen, und kann man die Breite des Reifens hierzu, wie in Fig. 57. bei **qr** bemerkt, in **5** gleiche Theile theilen.

Um den Reifen zu vollenden, muß derselbe umgewendet werden. Zu diesem Behuf darf er nicht überall fest, sondern muß auf den zum Auseinandernehmen bestimmten Stellen, deren nach der Größe des Rades mehr oder weniger seyn können, nur verloren genagelt werden. Da ferner die Zapfenlöcher der Schaufeln von einer Seite nicht ganz durch-, sondern von der anderen gegengestemmt werden müssen, wenn das Holz nicht absplittern soll, so müssen diese Löcher zuvor noch genau über die Stirn des Rades gewinkelt werden, um sie nach dem Umwenden und Wiederzusammensetzen des Reifens nun auch hier verzeichnen zu können. Daß endlich, da ein unterschlächtiges Wasserrad aus 2 Reifen besteht, der eine derselben rechts, der andere links herum ausgeführt werden muß, damit solche beim Hängen des Rades, d. i. beim Aufbringen desselben auf die Welle, zusammen passen, wird als eine sich von selbst verstehende Sache ebenfalls nur beiläufig bemerkt.

Nach der Vollendung wird das Rad, man mag es aufbewahren oder hängen wollen, nun wieder auseinander genommen; es darf also auch, nachdem es schon umgewendet worden, nicht überall festgenagelt werden. Die Anzahl der Stücke, in welche es zerlegt wird, richtet sich nach der Größe, so wie mit nach der Zahl der Arme.

§. 12.

Die Fig. 60. zeigt nun das vollendete Wasserrad mit seinen Armen in dem Seiten- und Querdurchschnitt **A** und **B**, und wird im Betreff der Arme bemerkt, daß solche, da sie wegen der geschlossenen Gerinne, Fortsetzung. [Blatt II.]

in welchen diese Räder gehen, von innen eingelegt werden müssen, immer zwischen die Schaufeln kommen und nach der Regel ebenfalls auf keinen Stoß treffen dürfen. Die Arme werden in der Welle ferner nach Fig. 61. überblattet, damit sie bündig oder in einer Ebene liegen, und mit dem Reifen, nachdem sie in denselben eingekämmt worden, durch schon erwähnte Laschen l verbunden. Diese Laschen bestehen aus starken Bohlstücken, in der Länge der Schaufelweite (s. die besondern Figuren C und D) und werden zugleich durch die Nagelung der Reifen mit diesen verbunden, außerdem aber da, wo die Arme hintreffen, noch mit besonderen Hängenägeln v w versehen, deren, wenn (wie hier) 3 Paar Nägel zwischen die Schaufeln treffen, ebenfalls 2 verwendet werden, während sonst aber nur ein etwas stärkerer Nagel erforderlich ist. Wollte man indeß durch das Einkämmen der Arme den Reifen auf dieser Stelle nicht schwächen, so könnte das Einkämmen auch in die Lasche selbst geschehen, so daß die Arme nur stumpf gegen den Reifen liegen. Auf den Stößen der Felgen bleiben die Reifen bei einfacher Felgenstärke, die daselbst nur stattfindet (die andere Felgenlage hat wegen des Stoßes hier keine Kraft), aber immer noch fest genug, es kann demnach die Einkämmung der Arme bei der doppelten Felgenstärke auch nicht schädlich werden, ja, man könnte aus demselben Grunde die Arme auch auf die Stöße selbst bringen, da letztere alsdann durch die Laschen mit überdeckt und folglich diese Stellen verstärkt würden.

Ueber der Durchschnittsfigur B des Rades ist eine Schaufel in der Ansicht und dieselbe von der Seite gesehen (auf der Kante), verzeichnet, um zu zeigen, daß die Kante, des besseren Eintauchens in das Wasser wegen, gebrochen werden muß. Ferner können die Schaufeln ohne Gefahr des Spaltens um einen guten Theil breiter als die Reifen selbst gemacht werden, welches der größeren Fläche wegen um so vortheilhafter ist, als man die Reifen wegen beschränkter Pfostenbreite gewöhnlich nur 9 bis 10 Zoll machen kann, ja sogar mit 8 Zoll breiten Reifen verlieb nehmen muß.

§. 13.

Fortsetzung und Beispiele.

Es ist im §. 6. zwar schon angegeben, wie man in vorkommenden Fällen das Maß der langen und kurzen Felgen bestimmen kann, dabei aber auch bemerkt worden, daß es noch andere Regeln gibt, um die Felgenlänge zu bestimmen. Sowohl um diese Regeln, als verschiedene andere Fälle und Constructionen bei dem Bau unterschlächtiger Wasserräder kennen zu lernen, sollen hier nun mehrere Beispiele folgen, nachdem vorher noch bemerkt worden ist, daß man unterschlächtige Wasserräder bis zur Höhe von 18 Fuß wohl noch auf 4 Arme hängt, die man Kreuzarme nennt. Werden die Räder aber höher, oder muß man solche der Pfostenbreite wegen schon aus 9 Stücken anfertigen, so bedient man sich der Sternarme, deren Anzahl sechs ist. Uebersteigt die Anzahl der erforderlichen Arme aber auch diese Zahl, so ist es am besten, sofort zu sogenannten Hülfsarmen zu schreiten, wie vorkommenden Orts gezeigt werden wird.

Nächst den Kreuz- und Sternarmen, bei denen die Wellen durchlocht werden müssen, hat man jedoch auch die Doppelarme, die man auch Aufsteck-, Schloß-, Joch- oder holländische Arme nennt, bei welchen die Wellen ungeschwächt bleiben, und wobei man erforderlichen Falls wieder noch Hülfsarme mit in Anwendung nehmen kann. Auch die Anordnung dieser Arme soll in den folgenden Beispielen näher erläutert werden.

Erstes Beispiel.

Es ist ein Wasserrad von 14 Fuß Höhe aus 8 Stücken mit 28 Schaufeln anzufertigen, zwischen deren jede 3 Paar Nägel kommen sollen.

Nach §. 6. ist die Schaufelzahl zuvörderst durch die Felgenzahl zu dividiren, um zu erfahren, ob die Felgen gleich lang werden können oder nicht. 28 durch 8 dividirt, läßt aber 4 zum Rest, und dies zeigt an: daß

auf 4 Felgen à 4 Schaufeln = 16 Stück
— 4 — à 3 — = 12 —
auf 8 Felgen demnach zwar die 28 Schaufeln

kommen, diese Felgen jedoch lang und kurz genommen werden müssen, und es fragt sich, wie man die langen und kurzen Felgen ohne Weiteres findet, nachdem das gerade Maß derselben bekannt ist.

Zuvörderst geben (s. Fig. 62.) $\frac{1}{7}$ das Achtelmaß op; wird dieser Bogen in 7 gleiche Theile getheilt, so geben 8 dergleichen Theile nun das Maß der langen Felge oq, und die verbleibenden 6 Theile das einer kurzen Felge qr, womit, wie erforderlich, das erste Viertel des Rades ausgefüllt ist.

Ist die erste Felgenlage auf früherhin beschriebene Weise nun vollendet, und will man zur zweiten schreiten, so darf man das Mittel einer langen Felge **ab**, auf welche die gerade Schaufelzahl trifft, nur auf den Stoß **m** zweier unteren Felgen bringen, worauf bei Abwechselung zwischen langen und kurzen Felgen auch diese Felgenlage ohne Weiteres zutreffen und zu vollenden seyn wird. In der Figur ist die untere Felgenlage zum Theil durch die obere gedeckt, und solches auf den betreffenden Stellen durch Punktirung der Stöße angedeutet.

In Betreff der Schaufelpunkte findet hier das §. 9. angegebene Verfahren statt. Und eben so werden die Kreuzarme, wie vorher erläutert, eingelegt und mittelst der Laschen und doppelten Hängenägel, die auch hier wegen der 3 Paar Nägel zwischen jeder Schaufel erforderlich sind, mit dem Reifen verbunden.

Sollte das Rad als

Zweites Beispiel

aber 32 Schaufeln erhalten, so würden die Felgen wieder gleich lang werden und demnach nur das gerade Achtelmaß zu bestimmen seyn. Hier würden die Schaufeln indeß schon so nahe aneinander kommen, daß zwischen jede derselben nur 2 Paar Nägel angeordnet werden dürften, und die Arme würden nach Fig. 63. auch nur einen, aber etwas stärkeren Hängenagel bekommen.

Drittes Beispiel.

Ein Rad soll 16 Fuß hoch, aus 8 Stücken mit 36 Schaufeln und 2 Paar Nägeln zwischen jeder Schaufel construirt werden.

Wird 36 durch 8 dividirt, so bleibt 4 Rest, es müssen demnach wieder

4 Felgen à 5 = 20
4 — à 4 = 16

die 8 Felgen also, die 36 Schaufeln enthalten, das Rad aber muß auch aus langen und kurzen Felgen angefertigt werden.

Zuvörderst wird nach Fig. 64. auf vorhergehende Art wieder das gerade Achtelmaß **op** gesucht; ist dieses in 9 Theile getheilt, so geben 10 derselben, gleich **oq**, das Maß einer langen, und die verbleibenden 8 Theile das Maß der kurzen Felge **qr** an.

In Betreff der Anlage der ersten oberen Felge gilt auch hier das Vorhergehende, wenn die kurze Felge mit der geraden Schaufelzahl dazu gewählt wird; und eben so zeigt die Figur wieder die übrige Einrichtung.

Bei den langen und kurzen Felgen springt der Vortheil der doppelarmigen Radestühle ebenfalls wieder in die Augen, indem wegen dieser verschiedenen Länge die kurzen Felgen bei einfachen Radestühlen gar kein Auflager an einem Ende erhalten könnten. Man würde deshalb genöthigt seyn, den Reifen beim Zusammenbau (wie §. 10. angegeben) mehrere Mal umzuwenden, damit die anzustoßenden Felgen immer oben zu liegen kämen, wie es unter solchen Umständen auch geschieht, wenn man seine Zuflucht nicht zu untergeschobenen Böcken oder Gegenblattungen (wie in der hierher treffenden Figur bei **M** bemerkt) nehmen will.

Viertes Beispiel.

Ein Wasserrad soll 18 Fuß hoch, aus 8 Stücken mit 44 Schaufeln angefertigt werden.

Hier geht 44 durch 8 dividirt wieder nicht auf, es müssen 4 Felgen jede 6, und 4 Stück jede 5 Schaufeln erhalten, damit die Aufgabe gelöst wird, und es kommt demnach wieder darauf an, das Maß der langen und kurzen Felgen auf dem einfachsten Wege zu finden. Man theilt zu diesem Behuf das auf vorhergehende Art gefundene Achtelmaß **op** (Bl. III. Fig. 65.) in 11 gleiche Theile, dann geben 12 dergleichen das Maß der langen Felge **oq**, und 10 das Maß der kurzen **qr**.

Fünftes Beispiel.

Ein Wasserrad soll 20 Fuß hoch und zwar nur mit 36 Schaufeln, aber aus 9 Stücken mit 2 Paar Nägeln zwischen jeder Schaufel angefertigt werden.

Hier erhalten die Felgen zwar ein gerades Maß, es ist aber das Neuntelmaß zu bestimmen Dies erhält man, wenn man das auf vorhergehende Weise gesuchte Achtelmaß **op** (s. Fig. 66.) wieder in 9 Theile theilt, und 8, gleich **oq**, davon nimmt, indem 8 und 9 Factoren von 72 sind.

Wie die übrige Eintheilung des Rades geschieht, und die (hier zugleich wegen der Felgenzahl erforderlichen) Sternarme eingelegt werden, zeigt die Figur. In Betreff dieser Arme ist jedoch zu bemerken: daß solche im Schloße, der bündigen Lage wegen, jeder um ⅜ der Holzstärke ausgeschnitten werden müssen, und daß es nicht gleichgültig ist, welchen Arm man zuerst in die Welle einbringt. Man denke sich nämlich den halben Umfang der Welle nach Fig. 67. in **A** und **B** als einen Mantel also ausgebreitet, daß man die 3 Löcher für die Arme sieht; ferner in **C** die Arme, jeder im Schloße um ⅜ ausgeschnitten. Werden solche nun nach der oberen Numerirung (von links nach rechts) eingebracht, so müssen von dem ebenfalls also numerirten Löchern in Fig. **A.** das erste dieselbe Größe erhalten, das zweite um ⅓, das dritte aber um ⅔ der Armbreite länger gemacht werden, damit die Arme eingezogen werden können. Sollten die Arme jedoch nach der unteren Numerirung (der mittelste zuerst) eingebracht werden, so müßten für die Seitenarme auch beide Seitenlöcher (s. Fig. **B.**) jedes um ⅔ länger gemacht werden, weil sich während der Einziehung nur ⅓ der Breite dieser Arme in dem Ausschnitt des mittelsten Armes verbergen könnten. Wasserräder von 20 Fuß Höhe lassen sich übrigens auch noch von 8 Stücken anfertigen, so wie höhere Räder bei hinreichender Pfostenbreite auch noch aus 9 Stücken angefertigt werden können.

Anmerk. Auch bei den Kreuzarmen (s. die Durchschnittsfigur 60. **B.** Bl. **II.**) muß das für den zweiten Arm bestimmte Loch (und zwar um die Hälfte) länger als das erste seyn. Die nach der Einbringung der Arme verbleibenden Räume werden aber in allen Fällen mit sogenannten Schluß- oder Schloßkeilen (hier mit t bezeichnet) wieder zugespundet.

Sechstes Beispiel.

Ein Wasserrad soll 23 Fuß hoch, aus 10 Stücken mit 40 Schaufeln angefertigt werden, und zwischen jeder Schaufel 2 Paar Nägel erhalten.

Hier ergibt die Division der Felgenzahl in die Schaufelzahl zum Quotienten 4, es müssen demnach alle Felgen gleich lang werden, so wie jede derselben 4 Schaufeln erhalten, und ist das Zehntelmaß zu bestimmen.

Zuvörderst wird wieder das Achtelmaß op Fig. 68. gesucht, insofern sich der achte Theil der Peripherie noch auf die Pfoste verzeichnen läßt (die deshalb breit genug genommen werden muß). Theilt man dieses Achtelmaß in 5 gleiche Theile, so geben 4 derselben, gleich oq, und als Factor von 40, das Zehntelmaß. Man erhält das Zehntelmaß aber auch unmittelbar, wenn man $\frac{8}{13}$ vom Halbmesser nimmt, letzteren also (s. die Figur) statt in 17, hier in 13 gleiche Theile theilt, und 8 davon nimmt.

In Betreff der übrigen Ausführung gelten die vorhergehenden Regeln.

Um die Welle nicht zu schwächen und dem schon großen schweren Rade die nöthige Festigkeit zu geben, sind hier Jocharme in Anwendung genommen, und ist dabei wegen der Laschen zu bemerken, daß eine solche auch gleich über beide Doppelarme hinweg gehen könne, daß jeder der Hülfsarme aber wieder seine, zwischen die Schaufeln eingeschobene Lasche erhält. Wie die Hülfsarme mit den Hauptarmen durch eingeblattete Eckbänder in Verbindung gesetzt sind, zeigt die Fig. 68.; dagegen erhält das Schloß die in Fig. 69. **A.** und **B.** besonders vorgestellte Einrichtung. Es werden die Arme nämlich der Bündigkeit wegen da, wo sie zusammentreffen, nicht allein überblattet, sondern um das Schloß gegen das Auseinandertreiben beim Festkeilen auf der Welle zu sichern, auch noch mit Versatzung versehen. Durch das Einsenken der Keile **a** in die Arme werden letztere übrigens nicht geschwächt, weil sie im Schloße selbst kaum die halbe Stärke, indessen doch noch Festigkeit genug behalten.

Siebentes Beispiel.

Ein Wasserrad soll 25 Fuß hoch, aus 12 Stücken angefertigt werden und 48 Schaufeln erhalten.

Die Division der Schaufelzahl durch die Felgenzahl geht hier zwar auf, die Felgen werden demzufolge alle gleich lang, und treffen auf jede derselben 3 Schaufeln; es kommt aber darauf an, das Zwölftelmaß zu bestimmen. Zu diesem Behuf wird das Achtelmaß op Fig. 70. in 3 gleiche Theile getheilt; dann geben 2 derselben (als Faktor von 24) das Zwölftelmaß oq. Könnte man aber das Sechstelmaß verzeichnen, welches gleich dem Halbmesser ist, so dürfte man diesen Bogen nur halbiren, um gleich das Zwölftelmaß zu erhalten.

Das übrige Verfahren ist auch hier dem vorhergehenden gleich. Das Rad ist seiner Größe wegen aber wieder mit Doppel-Hauptarmen, und in sofern man es vermeiden will, Hülfsarme auf die Stöße zu bringen, oder um dem Rade mehr Unterstützung zu geben, auch mit doppelten Hülfsarmen versehen, die so eingelegt werden können, wie dies die Figur in zweierlei Art angibt. Die Hauptarme können auch hier durchgehende Laschen nach der besonders darunter verzeichneten Fig. **N** erhalten; und so könnte ein Gleiches bei den Hülfsarmen statt finden, in sofern es gewünscht oder für nöthig erachtet werden möchte.

Wie die achteckige Welle durch dreieckige oder prismatisch gearbeitete Stücke zu einem Viereck des Schloßes der Arme wegen ergänzt wird, zeigt die Fig. **71.** in **A** und **B**, und dürfen diese Stücke nur mäßig auf der Welle befestigt werden, da sie, nachdem die Arme umgeschlossen sind, ihre Lage nicht mehr verändern können.

Sollten sämmtliche Haupt- und Hülfsarme mit durchgehenden Laschen (wie vorhin bei **N**) versehen, oder das Rad selbst sehr schmal seyn, so würde durch die Laschen, indem man sich dazu bis **5** Zoll starker Bohlen bedient, ein ansehnlicher Theil der lichten Weite oder Schaufellänge verloren gehen. In diesem Falle leistet man auf die Befestigung der Arme mittelst der Laschen und Hängenägel wohl Verzicht, und bewirkt solche allein durch eiserne Bolzen, die aber alsdann nach Fig. **72.** auf der bündigen Seite nach **A** (besser auf beiden Seiten nach **B**) noch mit eisernen Schienen (s. auch **C**) versehen seyn müssen, weil Bolzen bei abwechselndem Drucke, der bei der Bewegung des Rades statt findet, sonst leicht lose werden (das Rad, wie man zu sagen pflegt, auf den Armen lahm wird), wogegen hölzerne Hängenägel verquillen. Man bedient sich hier statt der Laschen auch wohl gekröpfter eiserner Bänder (s. Fig. **73.**), die man durch den Hauptbolzen (Hängebolzen), und außerdem noch durch Nebenbolzen mit dem Reifen verbindet, wobei indessen auf der äußeren Seite auch die Schiene (wie bei **A**) nicht wohl fehlen darf. Diese gekröpften Bänder dürften aber nur da von Werth seyn, wo die Arme auf einen Stoß der Felgen treffen, und wo man beide Felgen wie durch Laschen miteinander verbinden wollte. Gegenwärtig würde man die Laschen, um schmalen Rädern das Lichtmaß zu erhalten, auch von Gußeisen nehmen können.

§. 14.

Diese Beispiele werden hinreichend seyn, um die Verfahrungsarten beim Bau unterschlächtiger Wasserräder in gewöhnlichen Fällen kennen zu lernen, und wird nur noch bemerkt, daß bei gegebener Höhe ein Rad viel oder wenig Schaufeln, auch **2** oder **3** Paar Nägel zwischen jede derselben erhalten kann, wie die Beispiele ergeben. Eben so könnte es der Fall seyn, daß auch schon niedrigere Räder, als die hier angegebenen, aus **9** oder **10** Stücken angefertigt werden müßten, in sofern es die vorhandene nur geringe Pfostenbreite erheischen möchte; dagegen können auch höhere Räder bei hinreichender Pfostenbreite aus weniger Stücken als hier angegeben, angefertigt werden, weil bei dem angenommenen Zwölftelmaß die Pfostenbreite bei der des Reifens von **10** Zoll, nur erst **15** Zoll beträgt. Insofern man das fast überall zu Grunde liegende Achtelmaß lieber berechnen als mechanisch austragen möchte, was allerdings mit weniger Zeitverlust geschehen kann, darf man den Zoll ein für alle Mal nur in **17** Theile theilen, um jeden vorkommenden Bruchtheil daraus entnehmen zu können, welches nach Fig. **74.** geschieht. Fortsetzung.

Größere unterschlächtige Räder, als die hier in Beispielen angeführten, pflegen nun, wie schon bemerkt, in der Regel nicht vorzukommen; sollte es aber dennoch der Fall seyn und ein Rad aus mehr als **12** Stücken angefertigt werden müssen, so ließe sich die Einrichtung leicht durch Zeichnung ermitteln. Doch verdienen noch folgende Regeln zur Bestimmung des Felgenmaßes sowohl auf mechanischem Wege, als durch Berechnung der Erwähnung.

1) Das 4telmaß ist gleich $\frac{17}{12}$ des Halbmessers; es darf der Halbmesser demnach nur in **12** gleiche Theile getheilt werden. **17** dergleichen Theile ergeben das Viertelmaß.

2) Das 5telmaß ist gleich $\frac{27}{23}$ des Halbmessers, und wird wie vorhergehend gefunden. Man darf den Bogen des **4**telmaßes aber auch nur in **5** gleiche Theile theilen, dann geben **4** derselben (als Factor von **20**) ebenfalls das **5**telmaß.

3) Das 6telmaß ist gleich dem Halbmesser.

4) Das 7telmaß ist gleich $\frac{13}{15}$ des Halbmessers; es ist letzterer demnach in **15** gleiche Theile zu theilen, von welchen **13** zu nehmen sind.

5) Das 8telmaß ist gleich $\frac{13}{17}$ des Halbmessers und in den Beispielen bereits als Fundament fast aller übrigen Verfahrungsarten vorgekommen.

6) Das 9telmaß ist gleich $\frac{13}{19}$ des Halbmessers, oder das im betreffenden Beispiele angegebene, wo es als Factor aus dem 8telmaß entwickelt ist.

7) Das 10telmaß ist gleich $\frac{8}{13}$ des Halbmessers, kann aber, wie im betreffenden Beispiele, auch als Faktor aus dem 8telmaß entwickelt werden.

8) Das 11telmaß ist gleich $\frac{13}{23}$ des Halbmessers.

9) Das 12telmaß ist gleich $\frac{15}{29}$ des Halbmessers; besser aber wieder als Faktor aus dem 8tel- oder 6telmaß zu entwickeln.

10) Das 13telmaß ist gleich $\frac{16}{34}$ des Halbmessers.

11) Das 14telmaß ist gleich $\frac{4}{9}$ des Halbmessers.

12) Das 15telmaß ist gleich $\frac{5}{12}$ des Halbmessers.

13) Das 16telmaß ist gleich $\frac{9}{23}$ des Halbmessers; oder es wird der Bogen des 8telmaßes halbirt.

Bei dieser letzteren Felgenzahl könnte nun ein Rad bei 10 Zoll Felgenbreite und beiläufig 18 Zoll breiten Pfosten schon 60 Fuß Höhe erhalten, wobei die Felgenlänge etwa $11\frac{2}{3}$ Fuß betragen würde. Das bis hierher über die Bestimmung der Felgenlänge Vermerkte ist demnach wohl mehr, als hinreichend. Insoweit diesen Bestimmungen der Felgenlängen die Eintheilung des Halbmessers in 17 Theile nicht zum Grunde liegt, kann von den 17tel Zollen nach Fig. 74. freilich kein Gebrauch gemacht werden; diese Abweichungen kommen aber seltener vor. Uebrigens wird man sich auch durch die an das gewöhnliche Zollmaß sich nähernden Brüche leicht helfen können.

Noch wird bemerkt: daß man der Arme wegen eine ungerade Felgenzahl in den Rädern gern vermeidet; doch kann auch eine ungerade Anzahl von Armen in Anwendung gebracht werden, wie weiterhin und namentlich bei den oberschlächtigen Rädern gezeigt werden soll.

§. 15.

Schaufelweite, Stellung der Schaufeln. [Blatt III.]

Ein wichtiger Punkt bei den unterschlächtigen Wasserrädern ist noch der der Schaufelweite, so wie der Stellung der Schaufeln.

Zuvörderst die Weite der Schaufeln von einander betreffend, so soll man, um diese zu erhalten, die Wasserhöhe der geöffneten Schütze ab nach Fig. 75. in 4 gleiche Theile theilen, auf $\frac{1}{4}$ ab die Normale oder wagerechte Linie cd ziehen; dann ist d, wo diese Linie die äußere Peripherie des Rades trifft, der Punkt für die vorhergehende Schaufel, wenn ab die nachfolgende mit bezeichnet. Andere wollen, daß ein Wasserrad 3 Mal so viel Schaufeln erhalten soll, als es Fuße im Durchmesser hat.

Beide Verfahrungsarten sind aber zu allgemein, und für besondere Fälle nicht passend, indem die erstere für kleine Räder eine enge, für große aber eine weite Schaufelung gibt, die Schützöffnung in Folge der mehr oder minderen Breite des Rades, so wie der Höhenlage des Fachbaums nach, auch sehr verschieden seyn kann; letztere Vorschrift dagegen gar keinen Unterschied in Betreff der Anordnung der Räder macht. Wasserräder müssen aber mit höheren und kleineren Wasserständen, so wie mit größeren und kleineren Schützöffnungen kämpfen; es kann daher gar keine einfache Regel für die Schaufelweite geben; die Weite ist vielmehr von der größeren oder geringeren Wassermenge, von dem mehr oder minder großen Gefälle, von dem mehr oder minder raschen Gange des Rades, auch davon abhängig, ob nur ein Rad oder mehrere Räder hintereinander in einem Gerinne gehen. Melzer*) gibt folgende Regel für die Schaufelung an: man soll bei einem Wasserstand auf dem Fachbaume (d. i. den Hauptgrundbalken, auf welchem sich die Schütze befindet),

1)	von	8	bis	16	Zoll	die Räder	12	bis	16 Zoll
2)	—	16	—	20	—	—	16	—	18 —
3)	—	20	—	24	—	—	18	—	20 —
4)	—	24	—	30	—	—	20	—	22 —
5)	—	30	—	36	—	—	22	—	24 —

*) Dessen Mühlenbaukunst, Merseburg 1805. Das Werk hat sich zwar im Betreff der jetzigen Mühlenanordnungen in vielen Stücken überlebt, ist aber dennoch von dem Praktiker gesucht, indem es demselben immer noch mit Vorbildern und mehreren nützlichen Tabellen zu Hülfe kommt.

weit schaufeln; dem Rade bei schwacher Wasserkraft nicht unter **12** Zoll, bei starker dagegen bis zu **24** Zoll Schaufelweite geben.

Die Schaufelung eines Rades hängt aber nächst der Wasserkraft vorzüglich auch von den vorangegebenen Umständen mit ab. Man denke sich z. B. nach Fig. **76.** ein Rad mit einem Kropfe, also mit einem höheren Gefälle. Hätte dasselbe nun einen raschen Gang, so würde es eine Schaufelung von größerer Weite vertragen können; bewegt es sich dagegen nur langsam, so werden sich die Schaufeln auch um so mehr füllen und überlaufen, wobei an Kraft verloren geht. Um Letzeres zu verhüten, müssen die Schaufeln demnach näher an einander stehen, als im ersteren Falle, und das Rad wird enger zu schaufeln seyn. Befindet sich ein Rad dagegen in einem blos schräg laufenden Gerinne nach Fig. **77.**, ist also ein nur geringes Gefälle, aber eine um so größere Wassermenge vorhanden, die hier mehr nur durch den Stoß wirkt, so leidet das Rad auch keine so enge Schaufelung, und um so weniger, wenn mehrere Räder hintereinander in einem Gerinne gehen, wo denn die ersten einen möglichst raschen Gang haben müssen, damit für die übrigen noch Wassergeschwindigkeit und Kraft genug verbleibt.

Die Schaufelung kann also keinesweges nach für alle Fälle passenden Regeln angeordnet werden, sondern muß sich nach den Umständen richten, die der Baumeister aufzufassen wissen muß, da sie mit auf Erfahrung beruhen, und da gibt denn die obige Angabe, daß man zwischen **12** und **24** Zoll weit schaufelt, eine ziemlich feste Grenze. Doch schaufelt man bei sehr geringer Wasserkraft, oder bedeutendem Gefälle, auch wohl nur bis **10** Zoll weit, wogegen man bei sehr starker Kraft auch noch über **24** Zoll hinaus gehen kann.

Rothe*) will die Schaufeln unterschlächtiger Räder in solcher Entfernung von einander angebracht wissen, daß nach Fig. **78.** die nachfolgende Schaufel **b** erst dann einmündet, wenn sich die vorhergehende **a** bereits unter dem Mittel des Rades, also schon am Ende des Kropfes oder dem tiefsten Punkte des Gerinnes befindet. Wenn die Druckhöhe des Wassers jedoch von der Höhe des ganzen Bogens abhängt, so könnte sich das Wasser vor der Schaufel **a** bei deren Fortgang bis **a'** leicht schon verlaufen haben, wenn sich die nachfolgende **b** erst in **b'** befindet. Der wasserhaltende Bogen würde also in diesem Fall nur einen gewissen Theil der ganzen Höhe bis **d** betragen, das Wasser für diese Zeit also auch nur mit geringerer Kraft wirken.

Die Lage der Schaufeln ist in der Regel central nach **a** Fig. **79.** Man hat aber auch geneigte Schaufeln nach **b** oder **c** in Anwendung genommen; erstere, die nach **b**, pressen das Wasser jedoch nicht nur mehr gegen den Boden des Gerinnes, sondern sind bei eintretendem Stauwasser, welchem Uebelstande die meisten Räder ausgesetzt sind, auch bei dem Herausziehen (s. **b'**) aus dem Wasser nachtheilig, nehmen dies mit in die Höhe und erschweren dadurch den Gang des Rades noch mehr. Besser sind dagegen die nach **c** geneigten Schaufeln, weil sie sich nach **c'** leichter aus dem Wasser ziehen, und weil das Wasser mehr durch sein Gewicht auf sie wirkt. Sie werden deshalb bei Kröpfen, wo man aus anderen Gründen zu gebrochenen Schaufeln nicht schreiten will, auch mit Vortheil in Anwendung gebracht. Wenn gleich sie das Wasser beim Eintritt **c** auch leichter überschießen lassen, so gibt es dagegen wieder Mittel, wie aus dem Folgenden erhellen wird.

Aus der Schaufelweite entspringt nun auch noch die der Nagelung der Felgen, welche sich danach richten muß. In der Regel werden enggeschaufelte Räder mit **2** Paar Nägeln zwischen je **2** Schaufeln versehen; kommen die Nägel aber schon **9** bis **10** Zoll weit auseinander, so gibt man **3** Paar derselben, wozu man die Löcher **1** — ¾ Zoll stark bohrt.

§. 16.

Holzarten und Holzstärken.

Was die Holzarten und Holzstärken beim Bau unterschlächtiger Wasserräder betrifft, so ist in ersterer Hinsicht das eichene Holz (wie auch manche andere harte Holzart) allerdings wohl das Beste; doch können auch kieferne Räder eine gute Zeit hindurch dauern, wenn sie hinreichend stark und regelrecht angefertigt sind. Es kommt hierbei zugleich darauf mit an, ob die Räder immerwährend, oder nur zeitweise, oder in längeren oder kürzeren Zeitabschnitten im Gange sind. Beim immerwährenden Gange können sie deshalb die längste Dauer gewähren, weil sie keiner sehr abwechselnden Temperatur unterworfen sind. Sind Räder dagegen nur

*) Beiträge zur Maschinen-Baukunde, von Rothe, Königl. Preuß. Geh. Ob. Baurath. Zweites Heft. Mit XII. Kupfertafeln. Berlin, gedruckt auf Kosten des Verfassers 1830.

in längeren oder kürzeren Zeitabschnitten im Gange, und dabei der freien Luft (vorzüglich den Sonnenstrahlen) ausgesetzt, so verwerfen sie sich leicht und zerreißen bei großer Hitze oft so sehr, daß sie in kurzer Zeit unbrauchbar werden. Sie müssen unter solchen Umständen deshalb lieber eingebaut oder mit sogenannten Radstuben versehen werden, worüber am betreffenden Orte gehandelt werden wird.

Die üblichen Holzstärken sind nun folgende:

1) Werden die Kränze oder Reifen in gewöhnlichen Fällen von $\frac{5}{4}$ — 2 Zoll starken Pfosten angefertigt, so daß sie 3 — 4 Zoll stark werden und dabei die Breite von 9 — 10 Zoll erhalten.

2) Werden die Arme 4 Zoll im □, auch 4 und 5 Zoll, ferner wohl 5 Zoll im □, aber auch 5 und 6 Zoll u. s. w. stark und breit genommen, je nachdem das Rad klein oder groß und schwach oder stark gebaut werden soll. Ueber 5 Zoll (und das ist schon viel) darf man jedoch bei durchlochten Armen in der Stärke nicht gehen, weil die Wellen sonst zu sehr geschwächt werden, und muß erforderlichen Falls (wie angedeutet) lieber noch an Breite zugegeben werden. Doppelarme sind dieser Vorsicht dagegen nicht unterworfen und können auch stärker genommen werden. Ist das Rad mit Hülfsarmen versehen, so kann man solche auch schwächer, als die Hauptarme nehmen, da sie nur als Stützpunkte dienen.

3) Die Laschen zur Bedeckung und Verbindung der Arme mit den Reifen nimmt man unter allen Umständen gern von Eichen- oder sonstigem harten Holze, und nicht wohl unter 5 Zoll stark.

4) Werden die Schaufeln bei Rädern von gewöhnlicher Breite 1 — $\frac{5}{4}$ Zoll stark genommen und nach den Umständen 12 — 14 Zoll breit. In Erwägung aber, daß es vortheilhafter ist, wenn die Schaufeln beim Durchgang fremder Körper durch das Rad lieber zerbrechen, als sonst Beschädigungen herbeiführen, nimmt man sie auch bei breitern Rädern in der Regel zu keiner größern Stärke, verriegelt sie dagegen, so bald das Rad über 5 Fuß breit wird, und zwar bis zu 8 — 9 Fuß Breite ein Mal, von da ab aber zwei Mal u. s. w. mit Berücksichtigung der darauf wirkenden Wasserkraft. Also verriegelte Räder sind in Fig. 80. und 81. vorgestellt, und ist es für den Zweck gleichgültig, ob die Riegel nach a oder b verschränkt eingesetzt werden; der Arbeiter bringt sie jedoch bequemer nach a ein.

Die Riegel fertigt man von Latten oder Brettstreifen $2\frac{1}{2}$ — 3 Zoll breit und etwa $\frac{5}{4}$ Zoll stark, mit gebrochenen Kanten so an, wie es die Figur bei c ergibt. Sie erhalten nämlich außer den Zapfen die Brüstungen, mit welchen sie zwischen die Schaufeln eingreifen.

Daß man an Pfostenbreite ersparen und kostspielige breite Hölzer überhaupt nicht nöthig haben würde, wenn man sich zu den Felgen mehr der krumm gewachsenen Hölzer bediente, ist keinem Zweifel unterworfen; auch dürften dergleichen Felgen haltbarer seyn, als aus geraden Hölzern gefertigte, die Dauer der Kränze würde also noch mit erhöht werden. Daß endlich Wasserräder den Umständen nach auch von noch anderen, als den hier beregten Hölzern gefertigt werden können, darf wohl kaum bemerkt werden. Dem Verfasser sind dergleichen u. A. von Pappelholz vorgekommen, die auch ihre Dienste thaten. Ferner pflegt man die Reifen vortheilhaft auch also anzufertigen, daß man zur innern Felgenlage wegen der Larven für die Schaufeln stärkere, zur äußeren dagegen schwächere Pfosten nimmt; als z. B. innerhalb 2 — $2\frac{1}{2}$, außerhalb $\frac{6}{4}$ — 2 zöllige u. s. w.

Von den oberschlächtigen Wasserrädern.

§. 17.

Dockung der Schaufeln. [Blatt III.]

Da das Wasser den oberschlächtigen Rädern über dem Scheitel zugeführt wird und durch sein Gewicht auf sie wirkt, so müssen diese Räder auch eine solche Einrichtung erhalten, bei welcher sie das Wasser aufnehmen und so lange als möglich behalten können. Dies geschieht, wenn das Rad innerhalb der Reifen mit einem Boden versehen wird und die Schaufeln, die nunmehr Wasserkasten oder sogenannte Zellen bilden, eine solche Lage erhalten, daß sie das Wasser wo möglich nicht vor dem tiefsten Punkte des Rades ausgießen. Die Schaufeln müssen zu diesem Behuf eine gewisse Neigung erhalten, welche man die Dockung nennt; sie werden übrigens aus 2 Stücken angefertigt, gewöhnlich unter einem rechten Winkel zusammengesetzt, und man nennt den äußeren Theil a derselben (Fig. 82.) die Wasser-, Setz- oder Stoßschaufel, den inneren b die Riegel- oder Kropfschaufel, das Ganze aber eine gebrochene Schaufel.

Auf die richtige Dockung der Schaufeln kommt bei oberschlächtigen Rädern Alles an. Ist diese zu scharf, so kann das Wasser nicht gehörig einschießen und springt über die Schaufel hinweg, unterhalb hingegen gießt das Rad zu spät aus, nimmt einen Theil des Wassers auf der entgegengesetzten Seite mit in die Höhe, wodurch es an Kraft verliert; ist die Dockung aber nicht scharf genug, so gießen die Schaufeln unterhalb zu früh aus, wodurch ebenfalls ein Theil der Kraft verloren geht.

Um eine angemessene Dockung zu finden, gibt es verschiedene Regeln. Es sollen hier die vorzüglichsten derselben gezeigt und geprüft werden, nachdem zuvor noch bemerkt worden, daß man den Theilriß für die Schaufeln hier nicht in der Mitte des Reifens, sondern gewöhnlich auf $\frac{1}{3}$, seltener aber auf $\frac{2}{5}$ der Reifenbreite von der innern Peripherie aus nimmt, wodurch zugleich die Breite der Kropfschaufel mit bestimmt ist.

Es nimmt nun **1)** Hoffmann*) den Theilriß auf $\frac{1}{3}$ der Reifenbreite und bestimmt die Lage der Stoßschaufel nach Fig. **82. A.** also:

man trage auf den Radius **ac** (gleichviel, wie breit oder schmal der Reifen ist) aus **a** in **b** folgende Längen:

für	**30**füßige	Räder	**9**	Zoll,
—	**28** —	—	$9\frac{1}{8}$	—
—	**26** —	—	$9\frac{1}{4}$	—
—	**24** —	—	$9\frac{1}{4}$	—
—	**22** —	—	$9\frac{3}{8}$	—
—	**20** —	—	$9\frac{3}{8}$	—
—	**18** —	—	$9\frac{1}{2}$	—
—	**16** —	—	$9\frac{5}{8}$	—
—	**14** —	—	$9\frac{3}{4}$	—
—	**12** —	—	$9\frac{7}{8}$	—
—	**10** —	—	**10**	—
—	**8** —	—	$10\frac{1}{4}$	—

und ziehe **be** senkrecht auf **ac.** An den Punkt **e**, wo diese Normale den Kreis schneidet, ziehe man den Radius **ce**, und durch den Punkt, wo dieser den Theilriß für die Kropfschaufel in **o** schneidet, die Linie **fg** gleichlaufend mit **be**, so ergibt sich die Lage der Stoßschaufel **og**, welche zu der Kropfschaufel **ou** gehört.

2) Neumann**) räth an:

a) Bei schwacher Wasserkraft den Theilriß auf $\frac{1}{3}$ der Reifenbreite nach Fig. **83.** bei **A** anzunehmen; die Schaufelweite **ab** ebenfalls in **3** gleiche Theile zu theilen, und mit $\frac{1}{3}$ derselben, wozu noch die Schaufelstärke genommen werden soll, den Bogen **pqr** zu schlagen, an welchen man die nächstfolgende Stoßschaufel anlegen soll.

b) Bei stärkerer Wasserkraft den Theilriß auf $\frac{2}{5}$ der Reifenbreite nach Fig. **B.** anzunehmen, die Schaufeltheilung **ab** desgleichen in **5** gleiche Theile zu theilen, und mit $\frac{2}{5}$ derselben, wozu ebenfalls noch die Schaufelstärke genommen werden muß, den Bogen **pqr**, zur Stoßschaufel zu schlagen.

3) Eytelwein***) räth als für die Ausübung hinreichend an, zum Halbmesser des vorberegten Bogens **pqr** die Dicke des einfallenden Wasserstrahls bei einem Theilriß auf $\frac{1}{3}$ der Reifenbreite zu nehmen. (Siehe Fig. **82.** bei **B.**)

4) Melzer räth als durch die Erfahrung bewährt gefunden an, den Theilriß auf $\frac{1}{3}$ der Reifenbreite und die Dockung bei mittlerer Wassermenge auf den **6**ten Theil des Theilkreises zu nehmen: d. h. man nimmt den Halbmesser des Theilrisses Fig. **84.** und bemerkt damit auf dem letzteren die Punkte **b** und **d**, so gibt die Verlängerung **dc** der Linie **bd** die Lage der Stoßschaufel an; dagegen soll man bei sehr kleinem Wasser die Dockung auf den **7**ten Theil des Theilkreises bewirken; d. h. nach der Linie **mn**, worauf man **mo** zur Lage der Stoßschaufel erhält. Der Verfasser warnt zugleich vor eine noch schärfere Dockung als die angegebene, indem die Schaufeln sonst nicht rechtzeitig genug ausgießen würden. Die Kropfschaufel **ou** Fig. **82.** **A** will Hoffmann in die Richtung des Halbmessers gestellt wissen; man nimmt sie aber lieber senkrecht auf

*) Der Wassermühlenbau mit besonderer Rücksicht auf Mahlmühlen von M. Joh. Gottf. Hoffmann. Königsberg, 1800.
**) Der Wasser-Mahl-Mühlenbau. Von Carl Neumann ꝛc. ꝛc. Berlin, 1810.
***) Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik. Berlin, bei F. T. Lagarde, 1801.

die Stoßschaufel nach vw derselben Figur an, weil sich die Schaufeln unter einem rechten Winkel leichter zusammenfügen lassen, und weil dann der Stoß des einschießenden Wassers auch mehr von dem Boden des Rades abgeleitet wird.

Es ist bereits bemerkt, daß der Effect des Rades dann am größten sein muß, wenn das Wasser möglichst bis in den niedrigsten Stand der Schaufeln verbleiben kann. Da nun Melzer als ein erfahrener Praktiker für eine schärfere Dockung, als die auf den 7ten Theil warnt, so läßt sich annehmen, daß die möglichst lange andauernde Zusammenhaltung des Wassers und der rechtzeitige Ausguß am besten bei dieser Dockungsart erreicht wird, die überdies, da sie von Nebenumständen unabhängig, feststehend ist. Vergleicht man daher die verschiedenen Regeln von Melzer und Hoffmann, so ergibt sich, daß die Hoffmannsche ungefähr der von Melzer auf den 6ten Theil des Theilrisses, also der bei hinreichender Wasserkraft angegebenen Vorschrift zur Dockung gleich kommt. Nach der Neumannschen ersten Regel entspricht dagegen bei 12zölliger Schaufelweite ungefähr der 9te, bei der 2ten aber der 8te Theil des Theilrisses. Die Dockung ist hier also schon gewagter, auch nicht feststehend, da sie von der Schaufelweite mit abhängig, diese aber wieder verschieden ist. — Der Vorschlag des ꝛc. Eytelwein, die Wasserstrahlsdicke der geöffneten Schütze bei der Dockung zum Grund zu legen, entspricht, wenn der Wasserstrahl zu 6 Zoll Stärke angenommen wird, wieder der Dockung auf den 8ten Theil des Theilrisses, kommt also dem zweiten Vorschlage des Neumann gleich; wird der Wasserstrahl hingegen stärker oder schwächer angenommen, so verändert sich auch diese Dockung, so wie sie auch überdies noch wieder von der Schaufelweite mit abhängig ist.

Wenn die Melzersche Regel, der auch schon im Beyerschen Mühlenschauplatze von 1735 Erwähnung geschieht, nun wie gesagt eine feststehende ist, da sie von keiner Schaufelweite abhängig, so ist sie zugleich auch die einfachste. Wenn Melzer jedoch für eine schärfere Dockung als die auf den 7ten Theil warnt, so ist zu berücksichtigen, daß man oberschlächtige Räder bisher immer zu rasch umlaufen ließ, wobei sie des Einschusses des Wassers wegen, und um Zeit zum Ausguß zu gewinnen, allerdings nicht zu stark gedockt seyn durften, dafür aber desto mehr Wasser verschütteten. Läßt man diese Räder hingegen, wie gegenwärtig, langsamer gehen, so dürfte eine Dockung bis auf den 8ten Theil u. s. w. des Theilrisses auch wohl nicht zu scharf seyn. Die scharfe Dockung verhindert aber wieder einen leichten guten Einschuß des Wassers; man ist aber auch derselben zur Erreichung des möglichst größten wasserhaltenden Bogens um so weniger benöthigt, als man den in der Einleitung beregten Mantel mit in Anwendung nehmen kann, welcher den zu frühen Ausguß des Wassers verhindert, und bei welchem diese Räder sogar bis nur auf den 5ten oder 4ten Theil gedockt seyn dürfen, wie bei dem Bau der Grundwerke später gezeigt werden wird.

Die Schaufelweite betreffend, so darf diese hier nicht unter 3, wohl aber den Umständen nach bis zu 4 Schaufeln und darüber auf den Fuß Durchmesser betragen, oder mit anderen Worten: man schaufelt oberschlächtige Räder nicht über 10 — 12 Zoll, wohl aber nur bis zu 8 Zoll auf der äußeren Peripherie weit, je nachdem das Rad groß oder klein und mit einer starken oder schwachen Wasserkraft versehen ist. Wendet man jedoch den Mantel an, so hat man auch nicht nöthig, das Rad mit so vielen Schaufeln, die überdies noch den Raum verengen, zu beschweren, sondern kann sich mit einer mittleren Zahl derselben begnügen, da das Wasser hierbei ohnehin vor dem tiefsten Punkte nicht aus dem Rade treten kann.

§. 18.

Bauart der oberschlächtigen Räder. [Blatt III.]

Bei Ausführung oberschlächtiger Räder ist die Zusammenfügung der Reifen den bei den unterschlächtigen Rädern gedachten Regeln unterworfen, indem auch hier die Felgen gleich lang, oder lang und kurz seyn können, je nachdem es die Schaufelzahl mit sich bringt. Die Schaufeln werden ferner auch hier eingelarvt, und entweder unter einem stumpfen oder besser unter einem rechten Winkel zusammengesetzt. In der Regel erhält nur die Kropfschaufel ihre Zapfen, wogegen die Stoßschaufel ohne Zapfen eingeschoben und an den Enden allein mittelst Nagelung an die Reifen so befestigt wird, wie die Detail-Fig. 85. zeigt. Sind nämlich die Kropfschaufeln eingesetzt, so wird zuerst der Boden in das Rad eingenagelt, durch welchen die Reifen nun ohne Weiteres mit einander verbunden sind, und weshalb die Schaufelzapfen hier auch nur rund seyn dürfen, da sie weiter nicht verkeilt werden. Die Stoßschaufel ist als die äußere Schaufel auch eher Beschädigungen unterworfen, kann also leicht erneuert werden müssen, und darf deshalb schon nicht mit Zapfen versehen seyn, da das fertige Rad des eingenagelten Bodens wegen nicht mehr auseinander gebogen werden kann, wie bei

unterschlächtigen Rädern behufs Einziehung neuer Schaufeln wohl zu geschehen pflegt, um nicht zu viele Nebenschaufeln lösen zu dürfen. Wenn es endlich bei den unterschlächtigen Rädern Regel war, keine Schaufeln auf den Stoß zweier Felgen treffen zu lassen, so verhält sich's hier umgekehrt. Man bringt, um von zwei Uebeln das kleinste zu wählen, hier die Schaufeln lieber auf die Stöße, da man sonst wegen des Ausspringens der Larven u. s. w. an diesen Stellen auf andere Uebelstände treffen würde. An Nagelungen können der Größe und Schaufelweite des Rades gemäß, 1 oder 2 Paar zwischen jede Schaufel kommen. Um die Lage der Larven für die Schaufeln leicht und gleichmäßig aufzutragen, bedient man sich übrigens noch des sogenannten Dockhakens nach Fig. 86., welcher mit 2 Spitzen zum Einsetzen in die Theilungspunkte versehen ist; und zwar deshalb mit 2 Spitzen, weil (wie bei den unterschlächtigen Rädern) der eine Reifen rechts, der andere links herum ausgeführt werden muß, wie aus Fig. 82. ersichtlich.

Die Detail-Fig. 87. zeigt nun einen Theil des Reifens eines oberschlächtigen Rades, theils mit Schaufeln, theils nur die Larven, und sind die Schaufelpunkte auf dem Theilriß noch besonders vermerkt, nach welchen sich die Spitzen im Dockhaken richten müssen. Die Kropfschaufel kann ferner entweder nur bis **a** gehen und von der Stoßschaufel überdeckt werden, oder es wird nach **b** die Stoßschaufel von der Kropfschaufel überdeckt. Im ersteren Falle kommen die Zapfenlöcher **a'** der Kropfschaufel aber nicht allein der inneren Peripherie sehr nahe, sondern es müssen bei breiten Rädern beide Theile der Schaufeln auch, wie bei **a** mit ersichtlich, wohl noch besonders zusammengenagelt werden, damit die Stoßschaufel sich nicht biegen und Wasser durchlassen kann. Werden die Schaufeln dagegen nach **b** zusammengesetzt, so kommen einmal die Zapfen der Kropfschaufeln der Peripherie weniger nahe, dann kann das Zusammennageln der Schaufeln auch unterbleiben, indem hier ein Einbiegen der Stoßschaufel insofern unschädlich wird, als die Fuge dabei dennoch geschlossen bleibt. Uebrigens ist ein geringes Durchsiepern des Wassers von einer Schaufel zur andern nicht nachtheilig, weil man auch wasserdichte Schaufeln, wo sie zusammentreffen, wohl mit Bohrlöchern versieht, damit das durch die nicht immer ganz fest schließende Schütze durchsiepernde Wasser beim Stillstand des Rades sich verlaufen und nicht auf die Umdrehung wirken kann, welches letztere oft sehr nachtheilig ist und sogar gefährlich werden kann*).

Um die Kropfschaufel nicht zu schmal zu erhalten, nimmt man die Schaufelpunkte nach Fig. 88. auch wohl einwärts derselben, wonach sich dann die Stifte im Dockhaken wieder richten müssen. Uebrigens gilt hier unter denselben Buchstaben auch das in vorhergehender Figur bemerkte Verfahren in Betreff der Zusammenfügung der Schaufeln, und wird zugleich noch bemerkt, daß die Zusammennagelung der Schaufeln nach **a** in sofern sogar schädlich ist, als man die Nägel, wenn alle Schaufeln eingesetzt sind, nicht wohl wieder lösen kann, was bei vorkommenden Beschädigungen an den Stoßschaufeln, um solche zu ersetzen, doch nothwendig seyn würde. Noch ist in beiden Figuren bei **o** der Stoß zweier Felgen so angeordnet, wie es für die Zusammenfügung der Schaufeln am vortheilhaftesten ist, indem hierbei kein Holz neben der Larve ausspringen kann, was sonst wohl zu geschehen pflegt.

Das Einlegen der Arme geschieht bei oberschlächtigen Rädern wegen des Freihängens gewöhnlich von außen, um mit den Laschen einmal die Zellen nicht zu verderben, dann aber auch, um von der Schaufelung weniger abhängig zu seyn, und ist hier aus Fig. 85. und 89. ersichtlich. Nach letzterer Figur treffen hier 3 Paar Nägel auf die Lasche, und es kann das mittlere Paar gleich wieder mit als Hängenägel benutzt werden; erforderlichen Falls kann aber auch noch ein Bolzen durch den Arm gehen, da hier das Rad das Gewicht des Wassers mit zu tragen hat und deshalb fest genug mit den Armen verbunden seyn muß.

Statt der Laschen werden nach Fig. 90. **A**, **B** und **C** aber auch wohl Riegel durch die Reifen des Rades gezogen und die Arme darin eingezapft. Ist das Rad von solcher Breite, um nach **A** zweier Arme in jedem Riegel zu bedürfen, so sagt man: es ist auf dem Schemel gebaut; hat es bei geringer Breite dagegen in jedem Riegel nur einen Arm nach **B**, so heißt es ein Krückrad, und zeigt Fig. **C**. das Einlegen der Riegel mittelst Zapfen und Blatt in die Reifen beider Arten dieser Räder. Die Riegel haben allerdings die böse Eigenschaft, daß sie da, wo sie hintreffen, die Zellen, wenn nicht geradezu verderben, doch verengen, sie gewähren dagegen den Vortheil, bei schmalen Rädern (und dergleichen kommen bei hohem Gefälle hier viele vor), die einfachen oder Krückarme führen zu können, und werden deshalb oft angewendet. Man kann die Schemel oder Krücken auch bei unterschlächtigen Rädern in Anwendung nehmen.

*) Gefährlich deshalb, weil Menschen zu Schaden kommen können, wenn sie sich zu der Zeit gerade im Räderwerk befinden.

§. 19.

Fortsetzung.

Oberschlächtige Räder kommen vom kleinsten (etwa fünffüßigen) Durchmesser bis zum größten vor, und erfordern im letzteren Falle sehr fester Armverbindungen. Neumann hat dergleichen mehrere als Beispiele angegeben. Alle diese Armverbindungen bedürfen aber viel Holz und belasten die Welle, weshalb es genügt, nur die nöthige Anzahl von Haupt= und Hülfsarmen, ähnlich den bei den unterschlächtigen Rädern angegebenen anzuordnen, wobei auch hier eine ungerade Zahl von Armen zweckmäßig seyn kann.

So zeigt z. B. Fig. 91. Bl. IV. den Verband dreier Arme, welche nach A durch die Welle gelocht, oder mit den nach B die Welle umschlossen seyn kann, und die im letzteren Falle nach a oder b mit einander verbunden werden. Die erste Art des Verbandes ist vorzugsweise bei sehr kleinen Rädern anwendbar.

Fig. 92. zeigt ein Schloß von 5 Armen, die bei einem Rade von 5 Stücken Anwendung finden. Ein Wasserrad sollte z. B. 7 Fuß hoch werden und 24 Schaufeln erhalten; die Pfostenbreite erlaubte jedoch nur solches, statt von 4, von 5 Stücken anzufertigen, wobei man, um ungleiche Felgenlängen zu vermeiden, nun auch 25 Schaufeln geben müßte. Das Viertelmaß beträgt nach §. 14. $\frac{1}{11}$ des Halbmessers; dieses in 5 gleiche Theile getheilt, dann geben 4 davon das Fünftelmaß, und es gewähren die 5 Arme nun auch im Uebrigen eine gerade Eintheilung. Eben so zeigt Fig. 93. das Schloß von 7 Armen.

In Fig. 94. ist in der oberen Hälfte das Schloß eines Rades mit parallel gehenden Hülfsarmen so gezeigt, daß letztere über die Hauptarme geblattet und auf das Schloß mit aufgesetzt sind, wodurch dies zugleich eine größere Spannung gegen das Aufkeilen auf die Welle mit erhält. Ist das Rad ein sehr hohes und schweres, so kann das Schloß auch die Einrichtung nach der unteren Hälfte der Figur erhalten, wo es verdoppelt ist. Hier treffen die über die Hauptarme geblatteten divergirenden Hülfsarme ebenfalls zusammen und bewirken wieder eine noch größere Spannung des Schlosses.

Kann oder will man gußeiserne Muffen mit Ansetzen oder Scheiben zu Hülfe nehmen, so lassen sich die Arme (auch bei unterschlächtigen Rädern) auf die einfachste Weise nun ganz central anbringen, wie aus Fig. 95. ersichtlich ist. Wollte man dagegen weniger Arme in Anwendung nehmen, so könnte solches auch nach Fig. 96. geschehen, wo dem Rade die außer diesen noch etwa erforderliche Unterstützung durch Eisenverbindung gegeben ist, die wieder doppelt oder einfach seyn kann, je nachdem das Rad auf dem Schemel gebaut oder als Krückrad eingerichtet ist. (In der Figur sind Laschen angedeutet.) Wie die Muffe übrigens construirt werden würde, zeigen die betreffenden Figuren in zweierlei Art. Die Muffen sind jedoch nicht überall zu haben, dann auch kostspielig und belasten nebenbei wieder die Wellen mehr; man wird deshalb in der Regel die vorangegebenen Armverbindungen in Anwendung nehmen, insofern man die zur Befestigung der Arme nöthigen Scheiben nicht etwa von Holz (ähnlich den Drehlingsscheiben) nach Fig. 97. oder 98. anfertigen möchte, was ebenfalls zu empfehlen ist, wenn solche in den innern Ecken ausgefüllt und mit eisernen Ringen gebunden worden.

Sind sehr hohe Räder (wie gewöhnlich) frei angeordnet und also auch Sturmwinden ausgesetzt, so kann noch eine Seitenverstrebung der Arme nach Fig. 99. oder 100. erforderlich werden, je nachdem das Rad mit einfachen oder doppelten Armen versehen ist; diese Seitenverstrebung darf übrigens auch bei den Scheiben nach Fig. 97. und 98. nicht fehlen. Und so können endlich die Arme, wie in Fig. 95. punktirt mit angegeben auch wieder noch auf der Mitte ihrer Länge durch schwache Felgen oder mittelst eiserner Ringe oder Schienen unter sich verbunden werden, wenn die ungewöhnliche Höhe des Rades dies erforderlich machen sollte.

Die Holzstärken oberschlächtiger Räder sind von den der unterschlächtigen eben nicht verschieden, indem auch hier in gewöhnlichen Fällen die Kränze die dort angedeuteten Abmessungen, so wie die Arme ziemlich dieselben Stärken erhalten, nur die Anzahl der Arme darf hier nicht zu gering seyn, da das Rad den wasserhaltenden Bogen mit tragen muß.

Von den Kropfrädern.

§. 20.

Bauart der Kropfräder. [Blatt IV.]

Es ist in der Einleitung bereits besagt, daß, wenn unterschlächtige Räder bei hohen Kröpfen ebenfalls gebrochene Schaufeln erhalten, um das Ueberschießen des Wassers zu verhüten, sie den Namen Kropfräder führen, und so wird hier, wie bei oberschlächtigen Rädern, der äußere Theil der Schaufel ebenfalls die Stoß=, der innere die Kropfschaufel u. s. w. genannt, der Theilriß jedoch auf die Mitte des Reifens genommen.

In Betreff der Felgenlängen u. s. w. finden nun auch hier die früheren Bestimmungen statt; die Brechung der Schaufeln muß sich jedoch nach dem Gefälle mit richten, und da sind denn wieder verschiedene Vorschriften gegeben, die mehr oder minder zweckmäßig sind. So gibt Neumann nach Fig. **101.** zu den gegenstehenden Kröpfen **A**, **B**, **C**, **D**, als z. B. zu **2**, **4**, **6** und **8** Fuß Gefälle folgende Regel an: man theile die Schaufelweite **a**, **a'**, **a''** u. s. w. in so viel gleiche Theile, als das Rad Fuße im Halbmesser hat; hier in 8; zählt man nun von **a** nach **b** so viel von diesen Theilen ab (hier 2), als der Kropf Fuße zur Höhe hat, zieht man durch **b** die Linie **cd** in der Richtung des Halbmessers und verbindet die Punkte **a** mit **c** und **d**, so gibt **ac** und **ad** die Richtung beider Schaufeln, der Stoß- und Kropfschaufel. In vorliegender Fig. **101.** sind nun von **a** nach **b** **2**, **4**, **6** und **8** Theile als zu den vorhingenannten Kropfhöhen gehörig, abgezählt.

Man sieht leicht, daß der Winkel den beide Theile der Schaufel bilden, bei niedrigen Kröpfen ganz stumpf ist, bei höheren Kröpfen sich aber dem rechten immer mehr nähert, bis er diesen endlich erreicht. Unter einen spitzen Winkel soll man nun die Schaufeln nicht zusammensetzen, sondern den beim rechten Winkel offen bleibenden hinteren Theil **de** bei der Kropfhöhe **B** u. s. w., lieber durch ein Stück Boden decken. Wird die Kropfhöhe dem Halbmesser des Rades aber gleich, das Rad also ein halbschlächtiges wie bei **D**, so schließt sich dieser Boden **de** beinahe. Man kann ihn aber, wie bei den oberschlächtigen Rädern, auch ganz schließen, wenn man keine Unterbrechung haben und auf die Entweichung der Luft durch diesen Schlitz beim Einschuß des Wassers weiter nicht Rücksicht nehmen will. Mit der Zusammensetzung der Schaufeln nicht über den rechten Winkel hinaus zu gehen, hat seinen Grund darin, daß sonst zu wenig Raum für die Aufnahme des einschießenden Wassers verbleiben würde.

Es ist ersichtlich, daß diese Vorschrift, die Dockung zu finden, doch wieder einigen Veränderungen unterworfen ist, indem sie bei weiterer oder engerer Schaufelung, schärfer oder flacher ausfallen muß, es sei denn, daß man sich an eine bestimmte Schaufelung bände, die Hoffmann zu **3** auf den Fuß-Durchmesser des Rades festgesetzt wissen will, was indeß wieder nicht überall ausreicht, da die schwächere Wasserkraft eine noch engere Schaufelung erheischt.

Die obere Wölbung des Kropfes will Neumann dem Einschuß des Wassers gemäß, nach der Tangente also angeordnet wissen, daß man von **o** aus, wo sich die Kröpfung und der horizontale Gerinneboden nach **A**, **B**, **C** und **D** durchschneiden, nach **m** und **n** **6** Zoll absteckt; von **n** aus in der Richtung des Halbmessers die Linien **np**, und von **m** aus die Senkrechten **mp** zieht. Der Durchschnittspunkt **p** ergibt dann das Centrum für die Bogen **mn**.

Nach einer andern Regel findet man die Dockung, wenn man den verticalen Halbmesser des Rades nach Fig. **102.** in so viel gleiche Theile theilt, als das Rad Schaufeln im Viertel hat; hier in **12** Theile. Bezeichnet man nun die Theilungspunkte der Schaufeln und die des Halbmessers nach den in der Figur angegebenen Richtungen mit **1** bis **12**, so gibt die Linie **ab**, welche von dem Theilpunkt der Schaufel, die der Einmündung dieses Kropfes am nächsten steht, auf den in dem Halbmesser mit gleicher Zahl benannten Punkt gezogen, die Lage der Stoßschaufel **ac**, so wie **ad** die Lage der Kropfschaufel, letztere wiederum aus der Richtung des Halbmessers bestimmt. Der nächsten Schaufel bei der niederen Kropfhöhe dieser Figur entsprechen die Zahlen **6** u. **6**, und man findet die Schaufelbrechung hier auf vorhergehende Weise, wenn man diese zusammengehörigen Punkte wieder mit einander verbindet. Noch größere Kropfhöhen würden auch hier wieder einen theilweisen Boden im Rade erforderlich machen, insofern man den Raum der Schaufeln nicht über den rechten Winkel hinaus verengen wollte.

So regelrecht diese Dockungsarten übrigens erscheinen, so sind sie doch keinesweges ganz praktisch, denn durch die zunehmende Brechung der Schaufeln bei höheren Kröpfen erhalten die Stoßschaufeln eine Richtung, bei welcher der Einschuß des Wassers immer schwieriger wird, so daß sie, wie auch der Augenschein (vorzüglich in Fig. **101.**) ergibt, mit der äußeren Seite gegen das Wasser schlagen, wodurch dasselbe am Einschuß behindert und das Rad am Effect geschmälert wird. Man darf mit der Richtung der Stoßschaufeln deshalb nur so weit gehen, daß diese den einschießenden Wasserstrahl immer noch durchschneiden. Hierüber, und in wiefern auch die von Neumann mit angegebene Wölbungsart der Kröpfe zweckmäßig ist, so wie über die zu Gebote stehenden Mittel, dem einschießenden Wasserstrahl in der erforderlichen Tangentialrichtung zu Hülfe zu kommen, wird das Weitere jedoch nur bei dem Bau der Grundwerke angeführt werden.

§. 21.

Fortsetzung, Muster zur Schaufelung.

In Fig. 103. ist nun ein Theil eines Kropfrades mit einer Schaufelbrechung nach Neumann zu der Kropfhöhe A von 2 Fuß angegeben, und man ersieht daraus, daß hier die Stöße der Felgen wieder zwischen die Schaufeln treffen, und die Nagelungen regelrecht angeordnet werden können.

Fig. 104. zeigt die Schaufelbrechung nach B, zur Kropfhöhe von 4 Fuß, bei welcher schon ein Stückchen Boden erforderlich wird. Auch hier trifft der Felgenstoß noch zwischen die Schaufeln, dagegen können die Nagelungen nicht mehr central ausgeführt werden, wenn die innere Nagelreihe den Schaufellarven nicht zu nahe kommen soll; sie müssen vielmehr die schräge Stellung nach dem unteren Theil der Figur erhalten.

Aus Fig. 105. ist behufs einer 5füßigen Kropfhöhe ersichtlich, daß hier, wie bei den oberschlächtigen Rädern, der Felgenstoß schon auf die Schaufel gebracht werden muß, wenn man solche zum Nachtheil der Larve nicht von ihr durchschnitten sehen will; und ebenso ergibt der untere Theil dieser Figur wieder die Richtung der Nagelungen, wenn solche nicht, wie im oberen Theile auf die Larven der Kropfschaufeln treffen sollen. Es kommt aber auch gar nicht darauf an, daß die Nägel gleich weit von einander stehen, wenn sie nur sonst zweckmäßig angeordnet sind, wozu allerdings eine größere Vorsicht, so wie die vorherige richtige Eintheilung dieser gemischten Räder mittelst Zeichnung erforderlich ist.

In Fig. 106. ist die Schaufelung zu einer 6füßigen Kropfhöhe vorgestellt. Auch hier läßt man die Felgenstöße am besten auf die Schaufelpunkte treffen, die Nagelungen müssen dagegen wieder verschränkt angebracht werden, wenn sie mit den Larven nicht zusammen kommen sollen.

In Fig. 107. ist endlich die Schaufelbrechung des halbschlächtigen Rades vorgestellt, die nun am schärfsten ist. Hier kann es mit Rücksicht auf die Nagelung wieder vortheilhaft seyn, die Stöße der Felgen zwischen die Schaufeln treffen zu lassen, wie aus der Figur ersichtlich.

Noch ist in Fig. 108. gezeigt, wie man bei einer mäßigen Schaufelbrechung die Bodenbretter im Rade durch breitere Kropfschaufeln ersetzen kann, und wird bei geringem Gefälle gewöhnlich nach dieser Art verfahren.

Man gibt den Schaufeln übrigens, je nachdem die Räder mit einer großen oder kleinen Wasserkraft arbeiten, entweder nur wieder einfache oder doppelte Zapfen, wobei auch die Breite des Rades mit zu berücksichtigen ist. Sind die Schaufeln indeß (wenn auch nur zum Theil) mit einem Boden versehen, so kann es auch hier genügen, nur der inneren Schaufel Zapfen zuzutheilen, damit die äußere im Fall der Beschädigung, wieder ausgewechselt werden kann. Der Zapfen darf sich übrigens gerade nicht am Ende der Schaufelbreite, wie bei den oberschlächtigen Rädern, sondern kann sich auch in der Mitte derselben befinden, wenn es die innere Nagelreihe erheischen sollte, der man allerdings nicht zu nahe kommen darf.

Die Arme werden bei den Kropfrädern wieder verschiedenartig eingelegt, und zwar entweder, wie bei den unterschlächtigen Rädern, mittelst Laschen von innen, oder weil dies bei den gebrochenen Schaufeln seine Unannehmlichkeiten hat, von außen, wie bei den oberschlächtigen Rädern; oder man ordnet sie, wenn das Rad nur eine geringe Breite hat, als Schemel- oder Krückarme an. Der Anschluß der Laschen von außen, welcher allerdings wieder der bequemste und beste ist, wird gewählt, wenn das Stauwasser unbedeutend ist, weil bei dieser Construction das Rad auf den Seiten nicht genau eingeschlossen seyn kann, sondern gleich den oberschlächtigen Rädern wenigstens in der Laschenstärke frei gehen muß.

Rückenschlächtige Räder schließen sich den oberschlächtigen fast ganz an, und wird dasjenige, was hierüber noch besonders zu bemerken ist, bei dem Bau der Grundwerke vorgetragen werden. In Betreff der Holzarten und Stärken zu den Kropfrädern wird auf das bereits Vorangegangene zurückgewiesen, da auch hier in gewöhnlichen Fällen dieselben Abmessungen genommen werden, wie bei den unter- und oberschlächtigen Rädern.

Von den Strauberrädern.

§. 22.

Beschreibung und Bauart. [Blatt IV.]

Die Strauberräder unterscheiden sich von den übrigen Wasserrädern dadurch, daß sie nur einen Reifen haben, auf den die Schaufeln mittelst Knaggen oder Stelzen befestigt sind. Man wendet sie bei leichten Maschinen und besonders da an, wo der Bach so wenig Wasser schüttet, daß nur ein 2 bis höchstens

3 Fuß breites Gerinne dazu nöthig ist. Der Reifen dieser Räder wird gewöhnlich von 3—4zölligen Bohlen und so angefertigt, wie dies bei den unterschlächtigen Rädern gezeigt worden ist.

Fig. **109**. zeigt einen Theil der Ansicht eines solchen Rades, in **A** von der Seite, in **B** von vorn, und in **C** einen Theil der Vorderansicht des Reifens. Die Schaufeln werden nach der darunter stehenden Durchschnittsfigur **D** entweder nur stumpf auf den Reifen gesetzt und außer der Befestigung an den Stelzen mittelst Nagelung noch besonders wieder durch Riegel miteinander verbunden, oder nach **E** zu beiden Seiten des Reifens eingelarvt, in welchem Falle die Riegel bei ganz schmalen Rädern und hinreichend breiten Stelzen auch wohl fehlen können; oder es werden nach **F** statt der Nagelung ein Paar Krammen in die Stelze geschlagen und die Schaufel mittelst eines davorgeschobenen Stabes befestigt, um sie in vorkommenden Fällen leicht abnehmen zu können.

Die Arme werden von beiden Seiten in den Reifen eingelegt und nach Fig. **D** entweder durch hölzerne Hängenägel damit verbunden, oder nach **E** mit Schraubenbolzen versehen, von welchen zuweilen ein zweiter (hier punktirt angegebener) noch besonders durch die getrennten Arme geht, um solche desto fester mit einander zu verbinden. Ist der Reifen aber nur von geringer Stärke, so werden, um ihn durch das Einlegen der Arme nicht zu schwächen, wie in Fig. **F**. auf den Seiten auch wohl noch schwache Laschen und zwar so angebracht, daß die Arme statt in den Reifen nun in die Laschen eingelegt werden, oder es werden die Arme, wie bei oberschlächtigen Rädern, mit den Laschen bedeckt. Zuweilen werden die Stelzen auch wohl durch dahin treffende Arme gleich mitgebildet, und in diesem Fall einfach nach Fig. **110**. angebracht. Hier können zur Verstärkung des Rades auf dieser Stelle ebenfalls Laschen nützlich seyn; übrigens müssen die Strauberräder gegen Beschädigungen wohl verwahrt werden, vorzüglich die mit Armstelzen, weil diese nicht leicht wieder herzustellen sind.

§. 23.

Fortsetzung.

Bei diesen vorbeschriebenen Strauberrädern ist angenommen worden, daß die Reifen aus einzelnen Felgen angefertigt werden; man kann solche aber auch aus ganzen Krümmlingen nach Fig. **111**. zusammensetzen und diese, wo sie mit den Armen zusammen treffen, durch Laschen mit einander verbinden, wobei es sich von selbst versteht, daß das Rad so viel Arme als Stücken erhalten muß. Die Krümmlinge könnten dem Ganzen unbeschadet auch anderweite Krümmungen an sich haben, wenn die Schaufeln nur nach der Peripherie des Rades darauf gestellt sind, und ist bei **O** eben dieser Figur eine solche Stelle durch Punktirung sichtbar gemacht. Strauberräder lassen sich aber auch aus geraden Stücken nach Fig. **112**. anfertigen, die auf den Armen wieder durch Laschen mit einander verbunden werden. Hier bilden die Stelzen die Peripherie und müssen demgemäß eingerichtet und wegen ihrer Länge auch verriegelt werden, wogegen die Riegel in der vorher gehenden Figur auch wohl fehlen können.

Daß bei diesen Rädern die Hängenägel durch die Stöße der Felgen oder Stücke gehen müssen, ist aus Fig. **113**. **A**. und **B**. ersichtlich; da sie aber zugleich durch die Laschen mit gehen, so ist auf diese Weise die Verbindung bewirkt, die dadurch noch erhöht wird, daß die Arme zugleich auch vorstehende Köpfe erhalten. Bei den Krümmlingen, so wie bei den geraden Stücken, müssen die Löcher zu den Stelzen durchgestemmt werden. Dies ist allerdings mühsam; man würde die Löcher indeß, wie bei einzelnen Felgen auch wieder einschneiden können, wenn die Stücke zuvor aufgetrennt würden, was bei den geraden Stücken durch Anwendung von Halbhölzern zu umgehen wäre, dann müßten die getrennten Stücke aber entweder wieder genagelt oder durch Schraubenbolzen mit einander verbunden werden.

§. 24.

Fortsetzung.

Man macht den Strauberrädern den Vorwurf, daß sie zerbrechlicher, als andere Räder sind, so wie im Winter beim Losschlagen des Eises leicht beschädigt werden, und hat sie wohl aus diesem Grunde in nördlichern Gegenden bis jetzt wenig in Anwendung genommen. Gegen die Kälte kann man sie nun in vielen Fällen gleich anderen Rädern einbauen; die Zerbrechlichkeit läßt sich aber sofort beseitigen, wenn man besonders breitere derselben nach Fig. **114**. mit **2** Reifen gleich anderen Rädern versieht, wodurch sie zugleich auch für breitere Gerinne anwendbar werden. Sie haben sogar vor gewöhnlichen unterschlächtigen Rädern darin einen Vorzug, daß man sie mit beliebig breiten Schaufeln und Deckbrettern nach **A** Fig. **115**. versehen, die

Schaufeln nach **B** dieser Fig. auch unter einen Winkel stellen kann, wodurch sie nicht allein zugleich für höhere Kröpfe, sondern auch für große Wassermengen, so wie beim Stauwasser brauchbar werden. Unter diesen Umständen werden sie eine Schaufelweite von **10** bis **24** Zoll und darüber hinaus erhalten können, je nachdem sie nur auf kleinen Bächen oder größern Flüssen in Anwendung kommen. Die hier doppelt vorhandenen Reifen bedürfen einer nur mäßigen Stärke und können mit Vortheil als **3** Felgenlagen nach **m** (innerhalb Fig. **114.**) angefertigt werden, wo dann die mittlere Felgenlage gleich die Löcher für die Stelzen frei lassen kann, und deshalb nur aus kurzen Stücken bestehen darf, die von den äußeren Felgen eingeschlossen und mit durchnagelt werden.

Noch wird bemerkt, daß bei gewöhnlich unterschlächtigen Rädern die Reifen mit ins Wasser tauchen und schon aus diesem Grunde dem Gefrieren weniger unterworfen sind. Hier, wo die Reifen über Wasser bleiben, setzt sich das Eis allerdings leichter an; man muß deshalb alles überflüssig Vortretende an denselben vermeiden, die Stelzen innerhalb lieber nicht vorstehen lassen, sondern sie nach Fig. **111.** und **112.** im Reifen selbst vorbohren. Es ist vortheilhaft, schräg stehende Stelzen, wie in Fig. **115. B.** punktirt angegeben, aus Krümmlingen zu nehmen, damit man bei vorkommenden Felgennagelungen nicht beschränkt ist; auch sind Krümmlinge dieser Art leicht zu haben, weil sie keiner besonderen Stärke bedürfen, denn, wie innerhalb Fig. **109. A.** ersichtlich, bedarf eine Stelze in gewöhnlichen Fällen nur einer Kropfbreite von **3** bis **4** Zoll mit **2** bis **3** Zoll Zapfenstärke und einer Kopfstärke an der Wurzel von $2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$ Zoll, die sich nach dem Ende zu auf **2**—$2\frac{1}{2}$ Zoll verringern kann.

Von den Sackrädern.

§. 25.

Beschreibung und Anwendung derselben. [Blatt IV.]

Die Sackräder, welche gerade Schaufeln erhalten, unterscheiden sich von den gewöhnlichen unterschlächtigen Rädern nur dadurch, daß sie einen Boden haben, und sind wohl da in Gebrauch gekommen, wo man, dem überschießenden Wasser zu begegnen, bei größerer Kropfhöhe mit geraden Schaufeln nicht mehr auskommen konnte, gebrochene Schaufeln aber entweder nicht kannte oder aus anderen Ursachen nicht in Anwendung nehmen mochte. Diese Ursachen können seyn: Stauwasser, aus welchem sich gebrochene Schaufeln nur schwer herausziehen, oder ein sehr rascher Gang des Rades, welcher sich wegen des Wassereinschusses mit gebrochenen Schaufeln ebenfalls nicht verträgt. Solche Räder mit raschem Gange kommen vorzüglich bei Hammerwerken vor. Der Boden des Rades, welcher sich hier nach Bl. **I.** Fig. **8.**, innerhalb der Reifen befindet, verhütet zwar das Ueberschießen des Wassers auch bei geraden Schaufeln in hohen Kröpfen, gestattet dagegen aber auch nur wieder schmale Schaufeln und ist beim starken Wasserstoß dem Zersprengen unterworfen. Werden dergleichen Räder, bei welchen übrigens auch die schräge Schaufelstellung, nach Fig. **79. c.** Bl. **III.**, statt finden kann, angewendet, so ist der Boden besonders bei rasch gehenden zu durchlöchern oder mit Schlitzen zu versehen, damit die Luft entweichen kann, die sonst zwischen den Reifen eingeschlossen wird und den Eintritt des Wassers in die Schaufeln verhindert.

Es leuchtet ein, daß Strauberräder auch hier besser sind, da sie jede Schaufelbreite gestatten und den Umständen nach mit Deckbrettern oder einem ganzen Boden versehen werden können (Fig. **115. A.** und **B.** Bl. 4.), der niemals gesprengt, da er außerhalb der Reifen befindlich, vom Wasser nur um so fester angedrückt wird; so wie, daß diese Räder in ein und demselben Gerinne auch längere Schaufeln zulassen, da solche über die Reifen hinausgehen, während die Luft zu beiden Seiten entweichen kann. Der Bau der Sackräder weicht übrigens, von dem der Staberräder nicht wesentlich ab.

Von den Schiffmühlenrädern.

§. 26.

Beschreibung und Bauart. [Blatt V.]

Diese werden in offenen Strömen bei schwimmenden und bei auf Pfählen stehenden Mühl- und anderen Maschinenwerken gebraucht, wo das Wasser ohne alle künstliche Zuleitung durch seine natürliche Geschwindigkeit auf sie wirkt, und müssen deshalb mit sehr langen und breiten Schaufeln versehen werden. Leupold, Melzer und Ernst geben diese Räder nur zu dem geringen Durchmesser von **13**—**14** Fuß, bei einer Breite

von 14 — 18 Fuß mit 12 Schaufeln an. Neumann nimmt die Abmessungen, sowohl der Höhe als Breite nach, zwischen 12 — 16 Fuß bei nur 8 Schaufeln; sie erhalten jedoch auch größere Abmessungen, damit die Schaufeln tief genug in das Wasser tauchen, und hat sie der Verfasser bei 18 Fuß Breite zu 20 Fuß Höhe und darüber, mit nur 10 Stück bis 3 Fuß breiten Schaufeln, als zweckentsprechend kennen gelernt.

Diese Räder werden bei der nur geringen Zahl von Schaufeln ohne Reifen mit bloß auf die Arme genagelten Schaufelbrettern angefertigt, und es zeigt die Fig. 9. auf Bl. I. ein dergleichen Rad nach der von Neumann angegebenen Construction mit verwechselten Armen und 4maliger Verriegelung der Schaufeln untereinander. Bei dieser Armwechselung erhält die eine Schaufel immer 4, die andere dagegen 3 Arme, und es geschieht solche, um die Welle durch zu viel Löcher auf einer Stelle nicht zu sehr zu schwächen.

Eine andere Art von Schiffmühlenrädern, wie sie auf der Elbe bei Magdeburg und an anderen Orten bis zu 20 Fuß Höhe und darüber vorkommen, ist die auf Bl. V. in Fig. 116. in A. und B. vorgestellte. Hier hat eine Schaufel nur drei, aber schräg gestellte Arme, die bei der folgenden Schaufel in entgegengesetzter Richtung stehen, jedoch nicht durch die Welle gelocht, sondern bei der Breite von 4 Zoll, und Stärke von $2\frac{1}{2}$ — 3 Zoll nur in dieselbe eingezapft, sonst aber wieder mit den Schaufeln unter sich verriegelt sind. Auch können die Schaufeln, statt daß sie auf die Arme genagelt werden, durch Krammen mit davorgeschobenen Stäben, wie bei den Strauberrädern, befestigt seyn, um so mehr, als sie beim Transport der Mühle beseitigt werden müssen. Uebrigens ist diese einfache Construction der Räder wohl klar, weshalb darüber weiter nichts bemerkt wird.

Man könnte dergleichen Räder auf Strauberart mit Reifen und Stelzen anfertigen, wobei sie, um die Welle zu schonen, mit Jocharmen versehen werden müßten. Hier würden aber 3 Reifen erforderlich und solche Räder überhaupt kostspieliger werden. Es ließen sich die Arme aber auch sehr wohl gegen Scheiben nach Fig. 97. und 98. Bl. 4. bolzen, wobei nur ein schwacher Kreuzverband, ähnlich wie in Fig. 100. desselben Blattes zwischen den Armen nöthig seyn möchte, um das Umkippen zu verhüten.

Zusätze, die Wasserräder überhaupt betreffend.

§. 27.

a) Hoffmann will die Felgenverbindung unterschlächtiger Wasserräder durch Ziehbänder, welche zwischen den Schaufeln nach Fig. 117. angebracht werden sollen, bewirkt wissen, und hält dafür, daß sie fester und dauerhafter als die Nagelung, auch deshalb nicht kostspielig sei, weil die Ziehbänder, einmal angeschafft, Inventarium würden; ferner will derselbe die Schaufeln nach A und B in jedem Reifen mit 2 aber so schwachen Zapfen versehen, die bei dem geringsten Stoß fremder Körper zerspringen, und hält die Räder auf diese Weise gegen Beschädigungen gesicherter. Die Verbindung beider Reifen soll hierbei wegen der fehlenden Schaufelkeile mittelst durchgehender eiserner Stangen, deren Zahl sich nach der Größe des Rades richten müßte, bewirkt werden. **Verschiedene Constructionen von Wasserrädern. [Blatt V.]**

Durch Ziehbänder dürfte zuvörderst keinesweges eine so große Festigkeit der Reifen bewirkt werden als durch die Nagelung. Die Felgen werden im Gegentheil durch die immerwährende Zerrung nach oben und unten beim Umdrehen des Rades Spielraum gewinnen, und das Rad möchte bald lahm und unbrauchbar werden. Ferner haben Ziehbänder keinesweges auch eine sehr lange Dauer im Wasser, sie müssen vielmehr öfters ersetzt werden, sind also auch nicht als Inventarium anzusehen und demnach auch von dieser Seite betrachtet, kostspieliger. Endlich werden auch die Kosten durch die eisernen Anker zur Verbindung der Reifen unter sich, noch erhöht. Diese Anker könnten aber leicht Veranlassung zu noch größerer Beschädigung der Reifen werden, wenn sie von durch die Schütze gehenden starken Hölzern oder anderen fremden Körpern getroffen würden, da sie nicht nachgeben können. Der Nutzen dieser Verfahrungsart wird demnach den größeren Kostenaufwand schwerlich überwiegen; dagegen könnten die auf solche Weise anwendbaren breiteren Schaufeln in vorkommenden Fällen von Nutzen seyn, wenn man nicht etwa ein Strauberrad anlegen, oder ein schon vorhandenes Wasserrad damit versehen wollte.

b) Müssen Räder zuweilen in hohem Stau gehen, aus welchem sich die Schaufeln nur schwer herausziehen können, so lehrt die Erfahrung, daß sie wieder an Kraft gewinnen, wenn man die Schaufelzahl ver-

mindert, was durch Herausnahme einer Schaufel um die andere geschieht; und so ist es nicht minder vortheilhaft, wenn die verbleibenden Schaufeln verbreitert werden.

Gewöhnliche unterschlächtige Wasserräder sind nun zu solcher Herausnahme und Verbreiterung der Schaufeln nicht wohl, Strauberräder dagegen ganz geeignet, wenn die Stelzen lang genug, auch die Schaufeln mittelst vorgeschobener Stäbe befestigt sind, und zeigt Fig. **118.** Bl. **V.** die Einrichtung eines solchen Rades für den kleinen Sommerwasserstand mit noch einmal so vielen, aber schmäleren Schaufeln, bei welchen die punktirt angegebenen Riegel für die breiten Schaufeln dienen, sobald die schmalen beseitigt sind. Die Riegel können aber auch ganz wegbleiben, sobald das Rad keine große Breite hat, und sonst stark genug in den Stelzen ist.

c) Poncelet, Capitain des Geniewesens in Frankreich, will unterschlächtige Räder mit gerundeten breiten Schaufeln bei tief gesenkter Schütze nach Fig. **119.** angeordnet wissen*) und behauptet den Vorzug solcher Räder vor anderen. Gerundete Schaufeln sind nun zwar in so fern vortheilhaft, als das Wasser mehr in denselben als auf dem Boden der Kröpfung oder des Gerinnes liegt, und kommen solche Räder demnach in dieser Beziehung unsern Kropfrädern gleich. Da jedoch das Wasser hier mehr durch den Druck, als durch den Stoß wirken soll, so ist zu bemerken: daß es wegen des höheren Standwassers, aus der tiefen Stellung der Schütze hervorgehend, mit einer um so größeren Geschwindigkeit in die Schaufeln schießen, demnach, da solche mit Deckbrettern nicht versehen sind, auch mehr in die Höhe steigen und erst späterhin zurückfallen wird, wobei die Schaufel (bei dem überdies geschwinden Gang dieses Rades) leicht schon so viel vorgerückt seyn kann, daß nunmehr die beste Zeit der Wirkung vorüber ist. Auch abgesehen von den breiten Reifen dürften sich dergleichen Schaufeln überdies nicht so leicht von Holz anfertigen lassen, eiserne Schaufeln möchten dagegen (besonders bei breiten Rädern) theuer zu stehen kommen; auch geht bei der übrigens vorgeschlagenen Anordnung des Grundwerks das oft noch sehr vortheilhaft zu nützende todte Gefälle, worüber zu seiner Zeit das Nähere, verloren. Wenn Poncelet *seinen* Rädern aber dennoch einen größeren Effect bei der ihnen zuertheilten Einrichtung des Grundwerks, als anderen Rädern zuschreibt, was durch die im Kleinen angestellten Versuche aber noch nicht bestätigt ist, und wenn man auch anderweit eine vortheilhafte Wirkung derselben gegen ältere Räder beobachtet haben will, so entscheidet dies dennoch nur für die bessere Anordnung im Allgemeinen. Es lassen sich eben so aber auch Beispiele von anderweit besser angeordneten Rädern anführen, die jederzeit fast das Doppelte (und darüber) der früheren, auf alte mangelhafte Weise gebauten Räder, in deren Stelle die neuen traten, leisteten.

Immer befanden sich bei diesen Anordnungen, der Theorie und Erfahrung zufolge, die Schützen aber auf dem höchsten Punkt. Ein rascher Gang des Rades, wie ihn Poncelet will, hat auch nur in besonderen Fällen einen Werth.

Oberschlächtige Räder könnten, wie aus Fig. **120.** ersichtlich, insofern vortheilhaft mit runden Schaufeln versehen werden, als das Wasser dann mehr nach außen darin liegen und durch sein Gewicht wirken würde; wegen der flachen Lage solcher Schaufeln möchte aber der Einschuß des Wassers alsdann wieder um so schwieriger werden.

Bei Schiffmühlenrädern dürfte es vortheilhaft seyn, die Schaufeln der Länge nach zu krümmen, damit sie das Wasser mehr auffingen, und könnte dies wohl geschehen, wenn man sich der Reifen wie bei Strauberrädern bediente, und die Stelzen des mittleren Reifens gegen die der äußeren zurücksetzte.

d) Räder mit beweglichen immer senkrecht stehenden und eintauchenden Schaufeln sind ebenfalls mehrfach vorgeschlagen;**) ihre Zusammensetzung ist jedoch keineswegs für den praktischen Gebrauch geeignet. Sie könnten nicht wohl von Holz gefertigt werden, und dürften deshalb zugleich auch zu kostspielig ausfallen.

e) In den Verhandlungen des Gewerbe-Vereins für Preußen, Jahrgang **1832**, dritte Lieferung, sind für oberschlächtige Räder runde sich um Axen drehende Schaufeln, dort Tröge genannt, vorgeschlagen; solche sind jedoch unter andern aus dem Grunde nicht praktisch, weil das Rad dabei nicht bis auf den Spiegel des Unterwassers herabreichen darf, vielmehr einen Spielraum und folglich einen kleineren Durchmesser erhalten muß, wodurch Gefälle verloren geht.

---

*) Politechnisches Journal, Band 19, Jahrgang 1826, Heft 5.

**) Siehe die hierher treffenden polytechnischen Journale.

l) Endlich können auch schiffmühlenartig eingerichtete Räder in geschlossenen Gerinnen gebraucht werden. Ein dergleichen Rad ist bereits mit großem Erfolge bei der hiesigen sogenannten Actienmühle (an der Spandauer Brücke) in Anwendung gebracht. Das Rad hat die Einrichtung nach Fig. **121.** erhalten, wo **A** einen Theil der Seitenansicht, **B** den Querdurchschnitt und **C** nach vergrößertem Maßstabe eine der eisernen Scheiben, an welche die zugleich Stelzen bildenden Arme befestigt sind, zeigt. Der Localität gemäß ist hier eine eiserne Welle angeordnet worden, worüber später das Weitere. Die Arme sind gegen die Scheibe gebolzt und durch einen eisernen Ring zugleich so bedeckt, wie es die Fig. in **A** ergiebt; der Spielraum zwischen den Armen aber noch durch Keile ausgefüllt, die mittelst durch den Ring geschlagene Nägel an diesen befestigt sind. Die Reifen, an welche die Stelzen angebolzt sind, dienen mehr nur zum regelmäßigen Abstande der letzteren unter sich, und durften deshalb umsomehr nur schwach genommen werden, als die Verbindung der Stelzen schon durch die Riegel (wovon einer innerhalb Fig. **B.** besonders abgebildet ist) bewirkt wird. Dieses Rad leistet bei seinen breiten Schaufeln vorzügliche Dienste, indem es bei den Abmessungen von nur **18** Fuß Höhe und **9** Fuß Breite, so wie bei einer Kropfhöhe von nur **3** Fuß und einem Wasserstande vor der Schütze von $3\frac{1}{2}$ Fuß **6** nach neuerer Art eingerichtete Mahlgänge mit allen Nebenmaschinerien treibt.

Wasserräder können zwar auch noch nach anderen, als den hier angegebenen Constructionen angefertigt werden, es sind jedoch hier die gebräuchlichsten Verfahrungsarten bei der besten Wirkung beschrieben worden.

Von den Kammrädern.

§. 28.

Kammräder, welche die Kämme auf der Seitenfläche des Ringes oder Kranzes haben, werden aus Bohlen angefertigt, deren Stärke sich nach der zu gewältigenden Last, so wie die Anzahl der Kämme sich nach der Größe des Rades richtet, gewöhnlich nur in den Vorderfelgen (d. i. den Felgen, aus welchen die Kämme hervortreten) ausgerundet, so daß die Hinterfelgen innerhalb gerade bleiben. Die letzteren werden auch Gerade- oder Spiegelfelgen genannt und in dieselben die Arme eingelegt. **Beschreibung und Bauart. [Blatt V.]**

In Fig. **122.** ist ein Theil des aus **4** Stücken bestehenden Kammrades bei **A** in der Vorderseite, bei **B** in der Hinterseite und bei **C** im Querschnitt vorgestellt, aus welchen Figuren zugleich die Einlegung der Arme an der Hinterseite mit hervorgeht. Die Verbindung der Felgen unter sich wird auch hier durch Verwechselung der Stöße und Nagelung zwischen den Kämmen bewirkt, und kommen zwischen jedes Paar Kämme **1** Paar Nägel. Da nun die Nagelung auf den Stoß zweier Felgen nicht treffen darf, so folgt daraus, daß die hier hervortretenden Kämme selbst auf den Stoß der Felgen treffen müssen, was hier demnach als kein Fehler anzusehen ist. Die Arme werden deshalb von der hinteren Seite des Rades eingelegt, weil die vordere Seite wegen des Eingriffs der Kämme in die Stöcke des Drehlings oder Getriebes frei bleiben muß.

§. 29.

Zur Anfertigung eines Kammrades muß der Durch- oder Halbmesser bekannt seyn. Bei den Wasserrädern ist derselbe schon vorher bestimmt, weil von ihm die Einrichtung des Triebräderwerks mit abhängt; hier ergibt er sich jedoch (und zwar bis zum Theilriß, welcher auf die Mitte der Felgen trifft) erst aus der Anzahl der Kämme und der Theilung oder Entfernung derselben von einander, um welche beide Stücke, (Anzahl der Kämme und Theilung) sichs bei der Anordnung eines Triebrades zunächst handelt. Man berechnet die Größe des Durchmessers zum Theilriß aber, wenn man die Anzahl der Kämme oder Stöcke eines Triebrades mit der Theilung multiplicirt, wodurch man die Größe der Peripherie erhält, und mit Hülfe eines der bekannten geometrischen Verhältnisse: gewöhnlich des Verhältnisses der Peripherie zum Durchmesser, wie **22** zu **7**, oder **314** zu **100**. **Fortsetzung.**

Wenn demnach $N =$ der Anzahl
und $t =$ der Theilung

der Kämme oder Stücken ist, so ist $22 : 7 = N.t : \frac{N.t.7}{22}$

oder $314 : 100 = N.t : \frac{N.t.100}{314}$

und wird für den Nichtmathematiker bemerkt: daß der Durchmesser eines Kreises entweder 7 oder 100 Theile enthält, je nachdem die Peripherie in 22 oder 314 dergleichen Theile getheilt ist. Es verhält sich nach obigen Formeln demnach der Kreis 22 oder 314 zum Durchmesser 7 oder 100, wie sich das aus der Anzahl der Kämme oder Stöcken mit der Theilung multiplicirte Product zu dem zu suchenden Durchmesser verhält.

Wenn nun das in Fig. 122. beispielsweise gewählte Kammrad 64 Kämme mit 4 Zoll Theilung hat, so ist nach dem ersten Verhältniß, als wonach sich's hier, wie weiterhin dargethan werden wird, am vortheilhaftesten rechnet,

die Peripherie $= 64 \,.\, 4$ oder $256''$, demnach der Durchmesser $= \frac{256\,.\,7}{22}$ oder $81\frac{5}{11}''$ und der Halbmesser $= \frac{81\frac{5}{11}}{2} = 40\frac{8}{11}''$, oder $3'\ 4\frac{8}{11}''$.

Man findet den Halbmesser aber auch unmittelbar, wenn man den 4ten Theil der Anzahl der Kämme oder Stöcken nimmt, und das Verhältniß 11 zu 7 anwendet. Hiernach ist

die Peripherie $= \frac{N}{4} \,.\, t$; demnach der Halbmesser $11 : 7 = \frac{N}{4} \,.\, t : \frac{N\,.\,t\,7}{4\,.\,11}$ und für das obige Beispiel $\frac{64\,.\,4\,.\,7}{4\,.\,11} =$ die $40\frac{8}{11}''$.

Kurz ausgedrückt: man darf das Product aus der Anzahl der Kämme mit der Theilung nur mit $\frac{7}{22}$, oder den 4ten Theil des Products mit $\frac{7}{11}$ multipliciren, um entweder den Durchmesser oder den Halbmesser zu erhalten. Der 4te Theil des Products ist aber gleich dem 4ten Theil der Kammzahl mit der Theilung; demnach ist nach obigem Beispiel wieder

1) der Durchmesser $256 \,.\, \frac{7}{22} = 81\frac{5}{11}''$;

2) der Halbmesser $\frac{256}{4} \cdot \frac{7}{11}$ oder $64 \,.\, \frac{7}{11} = 40\frac{8}{11}''$

und werden die Durch- und Halbmesser in dieser Art bei allen Rädern berechnet.

Der Praktiker, der mit der Berechnung in der Regel nicht umzugehen weiß, findet auch bei diesen Rädern den Theilriß durch Construction, und zwar, indem er auf den Radezirkel (s. Fig. **A.**) die Theilung mit einem Handzirkel so oft forträgt, als das Rad Kämme im Viertel erhalten soll, diese Weite **ab** in 11 Theile theilt, und zur Befestigung des Reißzahns 7 davon nimmt.

Wenn in dem hier angenommenen Beispiel der 4te Theil der Kämme nun 16 beträgt, so heißt dies nichts anderes, als die 4 Zoll Theilung 16 Mal forttragen, was 64 Zoll gibt. Statt bei einem groben Handzirkel und einem vielleicht in den einzelnen Theilen unrichtigen Maßstab nun bei aller Vorsicht ein unrichtiges Maß von **a** nach **b** zu erhalten, daraus erst wieder 11 Theile zu bilden und 7 davon zu nehmen, dürfte der Arbeiter besser thun, gleich 64 Zoll von **a** nach **b** zu tragen, und davon $\frac{7}{11}$ gleich $40\frac{8}{11}$ Zoll zu nehmen, worauf der Halbmesser sogleich und ohne Fehler gefunden ist. Es findet demnach hier das angegebene Verhältniß von 11 zu 7 statt.

Ein ähnliches Verfahren des Praktikers ist: die Theilung **mn** (innerhalb Fig. **A.**) gleich in 11 Theile zu theilen, 7 davon zu nehmen und so oft fortzutragen, als das Rad Kämme im Viertel hat*). Hier kann sich der Fehler aber leicht noch vergrößern, selbst wenn man die nach der Punktirung vergrößerte Theilung **MN** eintheilen und auf **mn** reduciren wollte. Die Rechnung behält also jedenfalls den Vorzug.

Zu dem auf die eine oder andere Weise gesuchten Halbmesser des Theilrisses muß nun noch die halbe Felgenbreite addirt werden, um solchen bis zur äußeren Peripherie des Rades zu erhalten: die Felgenbreite beträgt in gewöhnlichen Fällen aber zwischen 8 und 10 Zoll, es werden hier demnach 4 — 5 Zoll hinzuaddirt**).

Wird ein Kammrad, wie in gewöhnlichen Fällen, aus 4 Stücken angefertigt, so kommt es auch noch darauf an, das Viertelmaß zu finden. Dies ist ohne Weiteres wieder $1\frac{5}{12}$ des Halbmessers. Es darf derselbe demnach nur mit 17 multiplicirt und durch 12 dividirt werden. Der Praktiker findet das Viertelmaß aber wieder mechanisch, indem er, wie auf dem Stangenzirkel über Fig. **A.** zu sehen, den Halbmesser des Kammrades **cd** darauf trägt, solchen in 12 gleiche Theile theilt, und nach 5 derselben darüber bis **e** hinaus

*) Es ist nämlich gleich viel, ob man das Product zweier Factoren nach der Multiplication, oder einen der Factoren vor der Multiplication theilt.

**) Nach Neumann bestimmt sich die Felgenbreite aus der doppelten Theilung; man gibt aber vortheilhaft jetzt eine feinere Theilung als bisher, demnach kann diese Regel nicht wohl mehr in Anwendung kommen.

abſteckt, wie ſchon §. 19. bei dem aus 5 Stücken angefertigten oberſchlächtigen Waſſerrade (Fig. 92.) angeführt iſt.

Müſſen Kammräder wegen ihrer Größe aus 6, 8, 10 und 12 Stücken angefertigt werden, ſo ergibt ſich das Sechstelmaß ſchon aus dem Halbmeſſer, das Achtel-, Zehntel- und Zwölftelmaß aber wieder mechaniſch, wie bei den unterſchlächtigen Waſſerrädern gelehrt worden. Man erhält dieſe Maße aber auch, wenn man den Durchmeſſer in Fußen ausgedrückt,

für	4theilige Räder:	mit Sinus	45°	= 7071,
—	6 —	— —	30°	= 5000,
—	8 —	— —	$22\frac{1}{2}$°	= 3827,
—	10 —	— —	18°	= 3090,
und —	12 —	— —	15°	= 2588

multiplicirt und von dem Product die 4 letzten Ziffern abſchneidet. Dies Product iſt die Länge der Felgen in Fußen und deren 10,000 Theile, wozu freilich auch ein 10000theiliger Maßſtab gehörte, in ſofern man mit Näherungsbrüchen nicht vorliebnehmen möchte.

§. 30.

Iſt das Rad auf dem Radeſtuhl, wie bei den Waſſerrädern gelehrt worden, in den Felgen zuſammen gelegt und mit dem Theilriß verſehen, ſo wird zur Auftragung der Theilung geſchritten, und zwar werden, wenn es wie im vorliegenden Beiſpiele aus 4 Stücken beſteht, zuerſt die 4 Viertel mit dem Viertelmaß genau darauf abgeſteckt, auch, wenn die Anzahl der Kämme es geſtattet, wohl jedes Viertel noch ein oder mehrere Mal halbirt und zuletzt die Theilung mit dem Handzirkel vollendet. Ebenſo verfährt man bei Rädern aus mehreren Stücken. Fortſetzung.

Theils um bei den Kämmen mehr Zwiſchenholz (ſogenannte Wechſel) zu erhalten, anderen Theils, weil Getriebe oder Drehlinge, in welche Kammräder gewöhnlich greifen, immer kleiner als die Kammräder, ihre Stöcken alſo der ſchnelleren Abnutzung unterworfen ſind, werden die Kämme etwas ſchwächer als die halbe Theilung gemacht. Das gewöhnliche Verfahren, ohne jedoch daran gebunden zu ſeyn, iſt die (unterhalb Fig. A. links) verzeichnete Theilung, und zwar ab in 7 gleiche Theile zu theilen und 3 derſelben für die Kammkopfsſtärke zu nehmen, während 4 Theile für die Stöckenſtärke verbleiben. Nach dieſer Beſtimmung werden nun die Kammlöcher (ſ. Fig. A.) aufgetragen und ſowohl rund, als viereckig verzeichnet. Die Kammkopfslänge erhält man, wenn man zur Stöckenſtärke etwa $\frac{1}{2}$ Zoll für den Spielraum zwiſchen Stock und Rad hinzurechnet, oder die unter a′ b′ (neben ab) wiederholt verzeichnete Theilung in 3 gleiche Theile theilt und 2 davon nimmt. Der Kammkopf erhält alſo $\frac{3}{7}$ der Theilung zur Stärke und $\frac{2}{3}$ derſelben zur Länge, und iſt ein dergleichen Kamm in D (zwiſchen A und B) von 2 Seiten ſo abgebildet, daß man auch die Breite des Kopfes, welche auf jeder Seite $\frac{3}{8}$—$\frac{1}{2}$ Zoll größer, als die Stärke iſt, erſieht. Die **Kammſtengel** oder Zapfen der Kämme, mit welchen dieſelben in dem Reifen ſtehen, werden zwar gewöhnlich rund, oder, wie aus Fig. C. und D. erſichtlich, auch wohl nur achteckig gearbeitet, damit ſie ſich jedoch nicht drehen können, am Kopfe, etwa in der Höhe ihrer Stärke, viereckig gelaſſen, und zu dieſem Behuf die rund gebohrten Kammlöcher vorn bis zur erforderlichen Tiefe viereckig nachgeſtemmt, weshalb auch die zweifache Verzeichnung der Löcher ſtatt finden muß.

Um die Löcher, wenn das Rad auf dem Radeſtuhl liegt, wie es nothwendig iſt, lothrecht durchbohren zu können, bedient man ſich eines Bohrſtuhls, welcher nach Fig. 123. (G Vorderanſicht, H Anſicht von oben) angefertigt ſeyn kann, und auf dem Rade mittelſt eiſerner oder in einigen bereits mit Sorgfalt vorgebohrten Löchern durch ſtarke hölzerne Nägel befeſtigt wird. Durch dieſen Bohrſtuhl wird der Bohrer geſteckt und das Loch darauf, wie aus der Oberanſicht erhellt, bis auf die Eiſenſtücke durch einen Schieber a geſchloſſen. Daß die Kammlöcher behufs des Bohrens erſt mit einem Hohlmeißel bis auf eine geringe Tiefe genau vorgeſtemmt werden müſſen, verſteht ſich von ſelbſt, indem nur dann ein Stangenbohrer richtig eingreifen kann, und eben ſo iſt begreiflich, daß der Bohrer die erforderliche Größe haben muß. [Blatt V.]

Die Arme des Rades werden wie vorerwähnt in die Hinterfelgen ſo eingelegt, wie es A, B und C in Fig. 122. ergibt, und mittelſt hölzerner Hängenägel oder hier beſſer, mit eiſernen Schraubenbolzen verbunden. Sie werden nämlich ſowohl auf der ſchmalen als breiten Seite in dieſe Felge eingelaſſen, wie beſonders aus

B und C zu ersehen, und treffen gewöhnlich auf Kämme, deren Stengel der Verbohrung wegen hier deshalb auch länger als die übrigen seyn müssen; oder man läßt wie aus B (der hintern Ansicht des Rades) bei o ersichtlich, den Arm nur bis an die Kämme reichen, wobei er schon Festigkeit genug erhält; legt die Arme, wie durch Punktirung in eben dieser Figur bei u gezeigt, aber auch wohl so ein, daß sie zwischen die Kämme treffen, wenn man auf diese gegen die Felgen vom rechten Winkel abweichende Lage, die sonst daraus keinen Nachtheil hat, weiter nicht sehen will.

Vortheilhaft stemmt man die Kammlöcher auch ganz viereckig durch beide Felgen des Rades und gibt den Kämmen des festeren Sitzens wegen eben dergleichen Stengel, wie aus Fig. 124. ersichtlich: brennt die Löcher mittelst eines glühend gemachten eisernen Kammstengels, der das genaue Maß haben muß, auch wohl nach, um sie desto akkurater zu erhalten.

Es ist begreiflich, daß die größere Dauer eines Kammes von der größeren Breite seines Kopfes abhängig ist; man hat deshalb die Kämme auch nach Fig. 125. mit breiten Backen versehen. Wenn letztere aber, trotz dem, daß sie mit eingesenkt sind, dennoch nur zu leicht abspringen, so ist es besser, die Kämme nach Fig. 126. mit schrägen Stengeln, oder des leichteren und genaueren Durchlochens wegen, lieber nach Fig. 127. gleich mit geraden breiten Stengeln ganz durchzulochen, und wird man das, was an Festigkeit für das Rad durch die größeren Löcher etwa verloren gehen möchte, durch die größere Dauer der Kämme ersetzt sehen; dabei wird das Verschirren des Rades seltener erforderlich und das Rad von dieser Seite wieder mehr geschont. Um die Kämme möglichst breit zu erhalten, ordnet man sie nach Fig. 128. auch doppelt neben einander an, und nennt ein solches Rad ein doppelt verschirrtes. Hier sind die Backen der Kämme innerhalb zwar wieder breiter als gewöhnlich, können jedoch nicht abspringen, und wenn ein solches Rad auch eine größere Felgenbreite erfordert, so gewährt es dagegen die größte Dauer, namentlich in den Kämmen.

Da die Kämme ferner auf die Stöße der Felgen treffen müssen, so hat dies trotz der besten Felgennagelung doch gewöhnlich ein allmähliges Auseinandergehen der letztern zur Folge, wodurch die Theilung nach und nach unrichtig wird. Dies zu verhüten klammert man die Stöße entweder nach Fig. 129. auf der Stirn zusammen, oder versieht die Vorderfläche des Rades mit Klammern, oder wenn man die Kosten nicht zu scheuen hat, nach Fig. 130. mit versenkten Schienen, die statt der gewöhnlichen Felgennagelung auf diesen Punkten mit Schraubenbolzen versehen werden, und es können diese Schienen entweder nur von einer Nagelung bis zur anderen, oder bei starken Rädern, wie punktirt angegeben, auch über die doppelte Nagelung hinweg gehen, und so bei zu gewältigender größerer Last die nöthige Festigkeit gewähren.

Müssen Kammräder endlich wegen ihrer Größe aus mehr als 4 Stücken, z. B. aus 6 Stücken, angefertigt werden, so geschieht das Einlegen der 4 Arme nach A Fig. 131. Hier kann es jedoch vorkommen, daß nicht hinreichend Holz für die Hängenägel oder Schraubenbolzen verbleibt; in diesem Fall werden die Bolzen mit versenkten Köpfen durch die Vorderfelgen mit gehen müssen, wenn man, wie aus dem untern Theil der Figur ersichtlich, zu den Hinterfelgen nicht etwa breitere Pfosten verwenden kann. Gibt man einem solchen Rade aber 6 Arme, nach B dieser Figur, so gleicht sich diese Zahl mit der der Felgen wieder aus, und die Arme treffen auf die Mitte. Man pflegt die Hinterfelgen eines Kammrades, besonders wenn sie eine größere als die nur erforderliche Breite haben, auch wohl, wie in der Fig 131. B durch Punktirung mit angedeutet, des gefälligeren Ansehens wegen auszuschweifen, und kann diese Schweifung aus Halbkreisen oder länglichen zusammengesetzten Zirkelbogen bestehen.

In Fig. 132. ist in der Hälfte A noch ein Kammrad aus 4 Stücken, und in B ein dergleichen aus 6 Stücken mit Doppelarmen vorgestellt, und ergibt sich die Einlegung der Arme hier von selbst.

Daß noch größere Kammräder auch wohl mit einer noch größeren Anzahl von Armen versehen werden müssen, wird hier beiläufig erwähnt, und auf die zu seiner Zeit gegebenen Beispiele hingewiesen.

Was die Holzstärken anbelangt, so pflegt man die Kammräder in gewöhnlichen Fällen bei der bereits angegebenen Felgenbreite von 8—10 Zoll, auch im Kranze 8—10 Zoll stark zu nehmen, je nachdem ein geringerer oder größerer Widerstand gewältigt werden soll. Es ist also für eine Felgenlage eine Bohlstärke von 4—5 Zoll nöthig. Die Arme werden 3—4 Zoll stark und 10—12 Zoll, je nachdem dies die Größe des Rades erheischt, breit genommen. Ueber 4 Zoll stark pflegt man die Arme aber nicht zu nehmen, sondern ihnen erforderlichen Falls lieber noch mehr Breite zu geben, weil sonst die durchlochten Wellen zu sehr geschwächt werden würden. Die größere Breite gewährt auch noch insofern mehr Widerstand, als

Kammräder, da sie von der Seite eingreifen, immer nach der entgegengesetzten Seite hin drängen, und deshalb bei schweren Maschinen oder wegen ihrer Größe auf der Seite auch wohl noch gesteift (abgedrempelt) werden müssen. Übrigens können diese Räder, wenn sie von Dauer seyn sollen, nur von Eichen-Holz oder von einer andern harten oder zähen Holzart angefertigt werden, da Kiefern-Holz dazu zu weich ist, und besonders in den Wechseln (das Zwischenholz der Kämme) zu leicht ausspringt. Durch das Ausspringen wird aber der nöthige Widerstand verloren und das Rad in kurzer Zeit zu Grunde gerichtet. Nach der Stärke des Rades richtet sich die Länge der Kammstengel.

Von den Stirnrädern.

§. 31.

Da die Stirnräder die Kämme auf der Stirnfläche haben, solche demnach in der Richtung der Radien stehen und von Innen zu verbohren sind, so müssen hier die Felgen auch innerhalb ausgebogen (kreisförmig ausgearbeitet) seyn, wie aus Fig. 133. in A ersichtlich, wo ein Theil eines Stirnrades in der Seitenansicht vorgestellt ist. Die Arme werden hier wie bei den Strauberrädern von 2 Seiten eingelegt. Beschreibung und Bauart. [Blatt V.]

Man hat dreierlei Arten von Stirnrädern, als: Gerade-, Schrank- und Spundräder, welche in B, C und D, Fig. 133. theilweis in der Vorderansicht vorgestellt sind. Die geraden Stirnräder B springen zu leicht in der Theilung (den Wechseln) aus, sind daher die schwächsten und können nur bei leichten Maschinen in Anwendung genommen werden. Schrankräder C, bei welchen die Kämme abwechselnd (verschränkt) in den beiden Felgenlagen angebracht sind, erhalten hierdurch längere Wechsel und können deshalb schon mehr Widerstand leisten; die stärksten Räder sind jedoch die Spundräder D, mit eingeschobenen aus Längenholz bestehenden Wechseln oder Theilungen (Spunden), die dem Ausspringen nicht unterworfen sind, deshalb auch den größten Widerstand leisten und bei den stärksten Maschinen anzuwenden sind.

Der Halbmesser der Stirnräder wird, wie bei den Kammrädern entweder durch Rechnung oder mechanisch gefunden und gewöhnlich bis zur Stirn des Rades angenommen. Dort findet die dem Rade zugeeignete Theilung statt, und die Kämme gehen darüber hinaus. Eben so wird das Viertel-, Sechstel-, Achtel- u. s. w. Maß, wie bei den Kammrädern gefunden, nur daß hier die Felgenbreite nicht mit in Anrechnung kommt, weil sie nach Innen zurückspringt.

Das Einlegen der Arme von beiden Seiten des Rades ist zwar schon aus Fig. B. mit ersichtlich, genauer geht dasselbe jedoch aus der besondern Fig. 134. hervor, wie dies durch Punktirung (links uneingekämmt, rechts in die Felge eingekämmt) angedeutet worden ist. Die Arme dürfen hier nicht auf die Stöße treffen, und müssen nach der Größe und der zu gewältigenden Last des Rades noch eine hinreichend vorspringende Backenstärke erhalten, damit die auch hier anzuwendenden Hängenägel oder Schraubenbolzen die nöthige Festigkeit gewähren können.

Die Kammkopfsstärke, Länge und Breite, wird wieder wie bei den Kammrädern gefunden, nämlich die Stärke zu ⅖, die Länge zu ⅗ der Theilung, woraus sich die Breite mit Rücksicht auf die Backenstärke von ½ Zoll mit ergibt. So wie man aber bei den Kammrädern vortheilhaft breitere Kämme führt, so auch hier. Bei den geraden Rädern (nach B.) kann diese Verstärkung der Breite nun wieder durch Verbreiterung der Kammlöcher geschehen, wobei dann freilich auch stärkere Felgen erforderlich werden; bei den Schrankrädern aber geschieht es nach Fig. 135., so daß die Kämme zum Theil in die Nebenfelge mit hinein treten; oder man fertigt den Ring nach Fig. 136. aus dreifachen Felgen an, und verschirrt das Rad doppelt, wie bei den Kammrädern dieser Art. Die Spundräder zeichnen sich nun auch in dieser Hinsicht aus, indem zu breitern Kämmen bei ein und derselben Felgenstärke nur breitere Spunde erforderlich sind, wie aus D im unteren Theil der Fig. 133. zu ersehen ist. Reichen einfache Kämme hierbei an Breite aber nicht aus, so werden nach Fig. 137. wieder 2 dergleichen zusammengefügt, bei welchen dann die inneren Backen der Köpfe wegfallen. Die Spunde selbst werden entweder nach a Fig. 138. mit geraden Seitenflächen, oder nach b auf den Grad in die Felgen eingeschoben, und können sich aus dem Grunde niemals wieder heraus ziehen, weil die Nagelungen der Felgen, die auch hier zwischen die Kämme treffen, zugleich mit hindurch gehen. Ist der Arbeiter indeß für die Bearbeitung der Spunde und Larven auf den Grad nicht geübt genug, so thut man

besser, die Spunde lieber nach **a** gerade einzularven und sich auf eine gute Nagelung, wobei das Eintauchen der Nägel in Theer nicht fehlen darf, zu verlassen, als das Holz zwischen den Spunden ausgesprengt zu sehen, wie es leider oft geschieht.

§. 32.

Fortsetzung.

Sind die Felgen eines Stirnrades rein gearbeitet, so wird zur Zusammenlegung des Kranzes auf dem Radestuhl geschritten und hierbei mit der Verwechselung der Stöße bei der Anlage der oberen Felgen au die unteren in der Art verfahren, daß die Kämme auf die Stöße treffen; auch werden die Felgen, jedoch nur wieder an den Enden, vorläufig genagelt. Es trifft nun die Theilung des Rades zwar auf die äußere Kante des Kranzes: da sich diese aber dort nicht wohl genau austragen läßt, so ist es besser, unweit der Kante noch einen besonderen Kreis zu ziehen und die Eintheilung auf diesem Kreisriß zu bewirken, wie Fig. **139. A** Bl. **VI.** zeigt. Ist die Austragung geschehen, so werden die Kammlöcher (gleich $\frac{4}{7}$ der Theilung) verzeichnet, aufgerissen, und in- und auswendig über die Stirn gewickelt, damit sie, wie aus **B** dieser Figur in der Vorderansicht zu ersehen, mittelst eines Streichmaßes der Tiefe nach auf die eine oder andre Art vermerkt und mit der Säge zur fernern Ausarbeitung eingeschnitten werden können. Behufs des Einschneidens der Kammlöcher sind die Felgen wieder auseinander zu nehmen und dürfen deshalb nicht gleich festgenagelt werden. Daß man sich zur gleichmäßigen Austiefung der hier durchweg viereckig werdenden Kammlöcher bei der einen oder der anderen Bauart, nämlich bei geraden oder bei Schrankrädern, wie die untere Hälfte der Fig. **139. B.** zeigt, am vortheilhaftesten eines Grundhobels bedient, wird beiläufig bemerkt.

[Blatt VI.]

Vereinigtes Stirn- und Kammrad.

In vorkommenden Fällen vereinigt man auch Stirn- und Kammräder mit einander, was bei hinreichender Pfostenstärke und Breite wohl geschehen kann, und zeigt Fig. **140.** ein dergleichen Doppelrad auf Kammradsart in gewöhnlicher Weise angefertigt. Hier kommen die Kammradskämme zwischen die Stirnradskämme zu stehen, also innerhalb der Nagelungen, und kann ein solches Rad deshalb kein Spundrad, sondern nur ein Gerades- oder Schrankrad seyn. Auch lassen sich die Kammlöcher der Hinterfelgen für das Stirnrad nur am vorderen Ende mit der Säge einschneiden, nach hinten zu müssen sie eingestemmt werden. Bei diesen Rädern ist es auch vortheilhaft, sich zum Verbohren der Kämme eiserner Nägel mit Hakenköpfen zu bedienen, welche in vorkommenden Fällen an derselben Seite sich wieder herausziehen lassen, da man von der entgegengesetzten Seite nicht beikommen kann.

§. 33.

Fortsetzung.

Die Stirnräder sind in Betreff der Felgenstöße dem Schicksale der Kammräder unterworfen und müssen wie diese daselbst wieder verklammert werden, wenn sie nicht nach und nach auseinander gehen und Unrichtigkeit in der Theilung verursachen sollen. Bei leichten Rädern kann eine einfache Klammer hierzu wieder hinreichend seyn; dient das Rad aber einer stärkeren Maschine, so geschieht die Verklammerung mittelst Schienen und Bolzen, entweder nach Fig. **141.** oder nach Fig. **142.**, wobei die Schiene nach den Umständen auch wohl, wie punktirt, über **2** Kämme hinwegreichen und insofern es erforderlich scheint, mit **4** Bolzen versehen seyn kann. Soll die angegebene Schwalbenschwanzform der Schiene aber ja einigen Nutzen gewähren, so muß die Schiene zugleich in den Ring des Rades eingelassen werden. Zuweilen werden die Schienen aber auch nur tüchtig genagelt und bei leichten Maschinen wohl gar von Holz genommen.

Bei vereinigten Kamm- und Stirnrädern, wo die Felgenstöße zwischen den Kämmen des Kammrades sich befinden, sind auch die hierher treffenden Wechsel dem Ausspringen sehr unterworfen, wie denn diese Räder überhaupt nur zu den schwächeren zu zählen sind, wenn nicht vorzüglich starkes und festes Holz dazu verwendet worden ist. Dem Ausspringen der Wechsel läßt sich dadurch begegnen, daß man **2** Schienen nach Fig. **143.** durch ein Mittelstück **o** mit einander so verbindet, daß der Wechsel mit bedeckt wird. Bei sehr stark gebauten Kammrädern, wie sie namentlich auf Windmühlen vorkommen, werden die Hinterfelgen statt der Stöße auch wohl so überblattet, wie es aus Fig. **144.** ersichtlich. Solche Ueberblattungen können aber auch nur bei hinreichend starken Pfosten von Nutzen seyn, und müssen zugleich wieder mit großem Fleiße gearbeitet werden, indem sie im andern Fall mehr schaden, als nützen. Auch erfordern dergleichen Felgen eine größere Länge.

Daß endlich auch Stirnräder mit Aufsteckarmen versehen werden können, die jedoch ebenfalls nicht auf die Stöße der Felgen treffen dürfen, wird beiläufig bemerkt. Das vereinigte Kamm- und Stirnrad in Fig. **140.** ist mit dergleichen Armen versehen.

In Betreff der Holzarten und Stärken ist zu erwähnen, daß auch hier die Kränze, von hartem Holze gerechnet, 8 — 10 Zoll breit gemacht werden. Gerade Räder werden in gewöhnlichen Fällen von 4zölligen Pfosten, also ebenfalls 8 Zoll stark, Schrankräder dagegen wohl von 5zölligen, also auch bis zu 10 Zoll stark angefertigt; Spundräder aber machen, wie schon angeführt, hiervon eine Ausnahme und bedürfen nur 2 bis 3 Zoll starker Pfosten, sind also, da die Spunde aus anderem Holze gespalten und wie die Nägel auch von den Abgängen der Felgen mit gefertigt werden können, neben ihrer größeren Festigkeit und Dauer zugleich auch wohlfeiler zu bauen, was noch besonders mit zu berücksichtigen ist.

Die Arme richten sich wieder nach der Größe des Rades mit, und werden ebenfalls 3 — 4 Zoll stark, ihre Breite aber so genommen, daß die Backen auf den Seiten des Kranzes noch die vorspringende Stärke von 2 — 3 Zoll erhalten. Sie können auch, da sie von beiden Seiten in den Ring des Rades eingelegt werden, aus einer Bohle getrennt werden. Sollten Arme wegen Mangels an Raum nur von einer Seite eingelegt werden können, so geschieht solches nach Fig. 145., und kann hier erforderlichen Falls auf der entgegengesetzten Seite noch eine Verbindung mittelst einer Schiene und eines zweiten Bolzens so bewirkt werden, wie es die Fig. 145. mit ergibt.

Von den Drehlingen.

§. 34.

Es ist in der Einleitung gesagt, daß Drehlinge aus 2 Scheiben bestehen, zwischen welche cylindrische Stäbe oder Stöcke, deren Zahl mindestens 24 ist, eingesetzt werden. Was die Scheiben anbelangt, auf deren Anfertigung es hier ankommt, so zeigt die Fig. 146. einen Drehling in gewöhnlicher Art, und zwar in A (als der linken Hälfte) in der Seitenansicht, in B (der rechten Hälfte) dagegen im Durchschnitt, und es ergibt sich, daß die Scheiben nur außerhalb abgerundet, im Inneren aber, da eine Abarbeitung nicht nöthig, behufs des Einlegens der Arme sogar zweckmäßig ist, wieder gerade gelassen werden. Die Scheiben werden aus doppelten Felgen mit Verwechselung der Stöße und so angefertigt, daß die Stöcke auf die Stöße treffen. Ferner werden die Scheiben zum Einziehen der Stöcke von der Seite in der ganzen Stärke durchbohrt; da die Stöcke jedoch um ihnen mehr Festigkeit zu geben und sie gegen das Drehen zu sichern, an einem Ende einen viereckigen Zapfen erhalten müssen, so wird mit Bohr- und Zapfenloch in der Art abgewechselt, wie es die Figur in A zeigt, damit jeder Scheibe gleiches Recht widerfahre und die eine nicht mehr leide als die andere. Aus Fig. 150. geht hervor, das der viereckige Zapfen des Stockes nicht durch die ganze Stärke der Scheibe geht, sondern daß der Stock zum Theil noch rund darin verbleibt, damit er eine Brüstung behalte und nicht abspalten könne; und daß er am entgegengesetzten Ende verbohrt wird, damit er sich nicht heraus ziehe. In der Durchschnitts-Hälfte B der Fig. 146., welche theils mit den eingezogenen Stöcken, theils ohne Stöcke gezeichnet ist, ist sowohl die Verbohrung, als auch die theilweise Ausrundung der viereckigen Löcher angegeben. Die Felgen der Scheiben werden, wie bei den Kamm- und Stirnrädern, zwischen jedem Stock doppelt genagelt. Eben so wird der Theilriß hier, wie dort, durch Rechnung oder auf mechanischem Wege gefunden. Daß die Stöckenstärke ½ der Theilung beträgt, ist bereits angeführt. Gewöhnliche Bauart. [Blatt VI.]

Die Fig. 147. zeigt den Drehling in der Vorderansicht, jedoch nur wieder in der oberen Hälfte, in der unteren dagegen im Durchschnitt, und ist hier nicht allein die Breite desselben, mit Rücksicht auf den Eingriff des darüber punktirt angegebenen Stirnrades, sondern auch das Einlegen und die Befestigung der Arme ersichtlich. Die Arme werden nämlich, wie aus den beiden nebeneinander stehenden Figuren erhellet, gewöhnlich so eingelegt, daß sie auf die geraden inneren Seiten der Felgen treffen, können demnach wie bei den Kammrädern, auch nur in die eine Felge eingelassen und verbolzt oder genagelt werden, und gehen zwischen den Stöcken bis zur äußeren Peripherie hindurch. Eine bessere Befestigung erhalten die Arme aber, wenn sie nach Fig. 148. in die Ecken, welche beide Felgenlagen im Innern bilden, eingelegt werden, und können sie hierbei wieder zwischen den Stöcken hindurch oder nach Fig. 149. auch nur bis zu denselben reichen, namentlich wenn sie auf den Stock selbst treffen sollten, was von der Anzahl der Stöcke abhängt. Sie erhalten aber auch in letzterem Falle schon eine hinreichende Befestigung, da hier bei den Drehlingen die Hängenägel oder Bolzen durch beide Felgenlagen gehen. In Ermangelung des Raums können die Arme endlich auch

von innerhalb nach Fig. 150. in die Scheiben eingelegt werden, und zwar entweder nach a nur durch eine oder nach b durch beide Felgenlagen, in welchem Falle sie zugleich breiter, aber dafür auch schwächer genommen werden können.

Die Entfernung der Scheiben von einander bestimmt sich nach der Stärke des eingreifenden Stirnrades (s. oberhalb Fig. 147. die Punktirung) und wird hiernach auch die Einlochung der Arme in die Welle bewirkt. Die Scheiben pflegt man unter einander nicht noch besonders zu verbinden; sicherer, besonders bei großen Drehlingen ist es jedoch, sie innerhalb der Stöcke annoch unter sich zu verriegeln. Diese Verriegelung kann nach a, Fig. 151. mittelst gewöhnlicher, oder nach b mittelst verkeilter Zapfen geschehen, wenn es für den letzteren Fall der Raum gestattet; oder es können nach Fig. 152. Drempel zwischen den Scheiben angebracht und verbolzt werden, deren Anzahl sich nach der Größe des Drehlinges richtet, und wegen der Arme nicht wohl unter 4 anzunehmen ist, aber auch größer seyn kann, wenn es der Umfang des Rades erfordern sollte, was indeß selten der Fall seyn dürfte, da Drehlinge immer nur eine mäßige Größe erhalten. In beiden Figuren 151. und 152. bezeichnet c den Stock und d den Riegel oder Drempel.

§. 35.

Verbesserte Construction.

Die bis hierher beschriebene Bau-Art der Drehlinge ist nun zwar die gewöhnliche, jedoch nicht die vortheilhafteste, weil die Scheiben über die Stöcke hinaus reichen und dadurch die große Breite erforderlich machen, wodurch die Stöcke sehr lang und kostspielig werden. Besser ist daher eine Anfertigung der Drehlinge nach der Seiten- und Vorderansicht A und B Fig. 153., wo die Stöcke mit viereckigen Zapfen in den Umfang der Scheiben eingelegt und gegen das Herausfallen durch darüber gebundene Ringe gesichert sind. Hier können die Stöcke nicht allein sehr kurz seyn, weil die Breite des wieder über B angegebenen Stirnrades darauf keinen Einfluß hat, sondern die Scheiben auch kleiner ausfallen, wodurch sie zugleich weniger Material erforderlich machen. Die Arme mögen übrigens, wie in der Figur angegeben, entweder rechtwinkelig auf die Felgen, oder nach Fig. 148. oder 149. in die Ecken eingelegt werden, so wie auch im Uebrigen alles wieder nach dem Vorhergehenden behandelt werden kann.

Diese Drehlinge werden häufig aber auch so eingerichtet, daß sie sich unmittelbar auf achteckige Wellen, oder indem die innere Oeffnung durch Ausschneiden der vorspringenden Ecken in ein Viereck verwandelt wird, auf viereckige Wellen aufkeilen lassen, und dadurch werden die Arme ganz erspart. In diesem Fall fertigt man sie jedoch lieber von Bohlen nach Fig. 154. so an, daß jede Scheibe nur aus 2 langen Felgen a und b besteht, zwischen welchen kurze Stücke c mit Versatzung eingezapft werden, wobei zugleich noch mehr an Holz erspart wird. Da abgenutzte und neue Stöcke bei den mit Ringen gebundenen Drehlingen aber nicht anders beseitigt, resp. eingezogen werden können, als daß man wenigstens einen der Ringe löset, so kann dies leicht ein Sprengen der betreffenden auf die Welle gekeilten Scheibe zur Folge haben, wogegen zwar wie bei a punktirt angegeben, eiserne Schienen auf den Stößen der Felgen schützen können; man nimmt lieber aber auch, besonders wenn die innere Oeffnung der Scheiben mehr als groß genug ist, noch ein besonderes Schloß nach A Fig. 155. in Anwendung, welches sich nach allen Seiten spannt, und ein Auseinandertreiben der Scheiben verhütet. Es ist einleuchtend, daß dieses Schloß in den meisten Fällen wieder zu schwach seyn dürfte, und daher besser, die zweite Scheibe B des Drehlings um so viel größer zu nehmen, daß die Löcher zu den Stöcken wieder rund eingebohrt und die Stöcke von dieser Seite eingebracht werden können, bei welcher Verfahrungsart die Ringe auf den Scheiben nicht weiter gelöset werden dürfen, so daß statt des vorher erwähnten Schlosses auch ein Futter in die innere Oeffnung der Scheiben eingesetzt werden kann, in sofern die Scheibenöffnung für die Welle zu groß sein möchte. Läßt man diese Futterhölzer zugleich um etwas in die Scheiben ein, wie durch Punktirung ersichtlich gemacht, und an den Enden um etwas über dieselben vortreten, so kann man auch dadurch bewirken, daß die genaue Entfernung der Scheiben von einander möglichst erhalten werde, ohne die in Fig. 151. und 152 angegebenen Drempel anordnen zu dürfen; doch brauchen auch nur große Drehlinge solche Drempel und wird die Verbindung beider Scheiben in gewöhnlichen Fällen schon durch die Stöcke hergestellt.

§. 36.

Fortsetzung.

Die größere Scheibe mit den durchbohrten Löchern kann nun da angebracht werden (wie es die Fig. 156. ergibt), wo ein Kammrad an einer stehenden Welle in einen Drehling an einer liegenden Welle greift. Hier

wird nämlich der vor die Stöcke vortretende Ring auf der äußeren Seite des Kammrades nicht hinderlich. Greift ferner nach Fig. 157. ein Stirnrad der stehenden Welle mit Kammradsarmen in den Drehling einer eben so stehenden Welle, so kann die größere Scheibe ohne Hinderniß oberhalb angebracht seyn; und so kann nach Fig. 158. diese Scheibe ebenfalls oberhalb Anwendung finden, wenn (wie bei holländischen Windmühlen) ein Kammrad der liegenden Welle in den Drehling einer stehenden Welle greift, wo der Ring über den Kranz des Rades wegragt. Daß bei den liegenden Drehlingen an den stehenden Wellen die Stöcke nicht einmal verbohrt sein dürfen, indem sie von oben eingebracht sind, ist einleuchtend, dagegen muß das Verbohren bei der Stellung eines Drehlings nach Fig. 156. geschehen, insofern die Stöcke sonst nicht fest genug sitzen.

Endlich ist hier noch des Drehlingsbohrers für die großen Löcher der Stöcke zu gedenken, und ein solcher in Fig. 159. abgebildet. Dieser Bohrer ist ein sogenannter Centrum-Bohrer, gewöhnlich aus hartem Holze gefertigt und nur mit den stählernen Schneidewerkzeugen versehen. Als Centrum dient der Zapfen a, welcher in das, in der besondern Fig. b. verzeichnete, mit einem Stangenbohrer genau vorgebohrte Loch eingesetzt wird. Nun folgt der Vorschneider m, in Form eines Winkelhakens (s. auch den besondern Grundriß, den Bohrer von unten angesehen vorstellend), darauf der Löffel n (desgleichen zu links besonders verzeichnet), welcher den Span aushebt und mit dem Schlitz o zum Auswerfen desselben in Verbindung steht. Auf diese Weise ist der Bohrer gebildet, mit welchem bei Verstellung der Schneidewerkzeuge auch größere Löcher gebohrt werden können, weshalb er lieber ein wenig zu klein anzufertigen ist. Nur der Löfel muß eine hinreichende Länge in der Schneide haben.

Die Holzarten und Stärken der Drehlinge betreffend, so pflegt man die Scheiben gewöhnlich nur von Kiefernholz in der Stärke der Wasserradsreifen, also von $\frac{6}{4}$ bis 2 Zoll starken Pfosten zu nehmen, und den Armen die Stärke von 3, oder 3 und 4 Zoll u. s. w. zu geben, je nachdem sie auf die eine oder andere Art eingelegt werden. Doch nimmt man die Scheiben vortheilhaft auch von Eichenholz oder von einer andern harten Holzart; aber auch nur von Pappelholz und dergleichen, weil sie bei ihrer Doppelzahl von weichem Holze doch noch fest genug werden. Man nimmt endlich diejenige Felgenlage, in welche die Arme allein treffen möchten, auch wohl stärker, als die andern, um die Arme gehörig einlassen zu können. Die Drehlinge zweiter Art ohne Arme kann man dagegen nur von hartem Holze fertigen, weil die Zapfenlöcher der Stöcke sonst ausspringen würden, und bedient sich hierzu am vortheilhaftesten der Bohlen in der Stärke von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll.

§. 37.

Nachtrag, Verfahren bei einer ungeraden Anzahl der Kämme und Stöcke.

In der Regel pflegt man Kamm- und Stirnrädern, wie auch Drehlingen immer eine gerade oder eine solche Zahl von Kämmen oder Stöcken zu geben, die sich durch die Anzahl der Felgen theilen läßt, um die Felgen von gleicher Länge zu erhalten, wozu jedoch auch noch diejenigen Räder zu zählen sind, bei welchen lange und kurze Felgen statt finden müssen: man weicht aber auch freiwillig und in besonderen Fällen von dieser Regel ab, gibt dem Rade also auch eine ungerade Zahl von Eingriffen, und zeigt Fig. 160. ein dergleichen Kammrad von z. B. 41 Kämmen in der hintern Ansicht mit den eingelegten Armen, welche hier theils auf, theils zwischen die Kämme treffen. Es muß daher bei 41 Kämmen eine Felge so lang genommen werden, daß 11 Kämme darauf treffen, während auf jede der 3 übrigen 10 dergleichen kommen, wie aus der Figur hervorgeht.

Durch Rechnung wird hier der Halbmesser sehr leicht gefunden, indem die Peripherie gleich 41 Mal der Theilung ist; auf mechanischem Wege ist dagegen die Theilung $10\frac{1}{4}$ Mal fortzutragen, weil $10\frac{1}{4}$ Kämme auf das Viertel des Rades treffen, und ist dies auf dem unter Fig. 160. verzeichneten Radezirkel vermerkt. Es ist nämlich die Theilung erst 10 Mal fortgetragen und dann noch $\frac{1}{4}$ derselben hinzugefügt; werden nun die $10\frac{1}{4}$ Theile von a bis b in 11 gleiche Theile getheilt, so bilden davon 7 Theile den Halbmesser. Sollte das Rad dagegen 42 Kämme erhalten, so würde die Theilung wie ebenfalls vermerkt, $10\frac{1}{2}$ Mal von a nach b getragen werden müssen, um daraus wieder den Halbmesser zu finden; und so müßte bei 43 Kämmen die Theilung auch $10\frac{3}{4}$ Mal fortgetragen werden, um wieder die nöthige Entfernung für ab zu erhalten. Das Verfahren ist hier demnach auch für den Praktiker sehr einfach und bedarf deshalb weiter keiner Auseinandersetzung.

Bei Kammrädern hat es nun mit dergleichen Constructionen auch in Betreff der Arme keine Schwierigkeiten, indem es hier ziemlich gleichgültig ist, wo letztere hintreffen, da sie nach Fig. 122. B. Bl. V. vorkommenden

falls auch nur bis zu den Kämmen reichen dürfen; bei Stirnrädern ist es dagegen unvermeidlich, daß die Arme auf die Kämme selbst mit treffen, und darf man deshalb darauf gefaßt seyn, die Armbolzen (Hängenägel) jedesmal lösen zu müssen, so oft das Rad mit neuen Kämmen versehen, oder wie man zu sagen pflegt, neu verschirrt werden soll. Würde das Rad dagegen mit geraden Hinterfelgen, wie ein Kammrad und aus Fig. **140.** Bl. **VI.** mit zu ersehen, angefertigt, so fällt auch hier diese Rücksicht weg, indem alsdann die Arme ebenfalls nicht ganz durchgehen, sondern nur bis zu den Kämmen reichen dürfen. Und so verhält sichs nun auch mit den Drehlingen, die gleichfalls mit einer ungeraden Zahl von Stöcken versehen werden können, da das Einlegen der Arme hier wieder nicht weiter in Betracht kommen darf.

Von den Getrieben und Kummen.

§. 38.

Beschreibung und Bauart der Getriebe. [Blatt VI.]

Getriebe heißen die mit cylindrischen Stöcken versehenen Triebräder, wenn die Anzahl der Stöcke weniger als **24** beträgt. Die Stöcke werden hier ohne Ausnahme von außen in die Scheiben eingelegt, mit Zapfenlöchern versehen und mit eisernen Ringen gebunden. Getriebe können ferner immer nur einen geringen Durchmesser erhalten, und demnach, vorzüglich die kleineren in der Regel nur auf eisernen Wellen oder Spindeln befestigt werden, wie Fig. **21.** Bl. **I.** der Einleitung zeigt.

Den Durch- und Halbmesser der Getriebe bestimmt man entweder wieder durch Rechnung, wobei man sich zur größeren Genauigkeit, wegen des kleinen Kreises, des Verhältnisses des Durchmessers zur Peripherie wie **100** zu **314** bedient, oder mechanisch, wobei das Sechseck oder **6**stöckige Getriebe zu Grunde liegt. Den Kreis zum **6**stöckigen Getriebe erhält man nämlich schon, wenn man die Theilung (hier z. B. 4″) zum Halbmesser nimmt. Verbindet man nun nach Fig. **161.** Bl. **VI.** 4 Theilungspunkte **a b d e** desselben durch kreuzweis sich schneidende Sehnen **ae bd** mit einander, so entsteht der Durchschnittspunkt **o**, welcher die Eigenschaft hat, daß wenn man **ob** = **oe** aus **o** auf gerader Linie nach **m** trägt, in **cm** den Halbmesser zum **7**stöckigen Getriebe erhält. Trägt man ferner den Unterschied der Halbmesserlänge des **6** und des **7**stöckigen Getriebes, nämlich **rm** von **m** nach **n**, so hat man in **cn** den Halbmesser zum **8**stöckigen Getriebe. Und eben so erhält man den Halbmesser zum **9**stöckigen Getriebe, wenn man den Unterschied **rm** = **mn** wieder nach **s** trägt; desgl. für das **10**stöckige u. s. w.

Oder es ist:

cr + rm	der Halbmesser	zum	7stöckigen	
cr + 2 rm	—	—	—	8	—
cr + 3 rm	—	—	—	9	—
cr + 4 rm	—	—	—	10	—

u. s. w. Getriebe. Man würde auch den Halbmesser zum **5**stöckigen Getriebe erhalten, wenn man **rn** aus **r** zurückträge, oder **cr** — **rn** nähme.

Mann erhält den Halbmesser zum **7**stöckigen Getriebe aber auch unmittelbar, wenn man **oa** oder **od** zum Halbmesser nimmt, indem **oa** oder **od** = **ob** + **oc** oder **oe** + **oc** ist.

Der Punkt **o** hat endlich auch noch die Eigenschaft, daß er $\frac{3}{7}$ und $\frac{4}{7}$ der Theilung abschneidet, also in **or** die Kamm- und in **oc** die Stöckenstärke nach dem üblichen Verhältniß angibt.

§. 39.

Fortsetzung.

Ist der Halbmesser eines Getriebes auf die eine oder andere Weise bestimmt, so kann die Verzeichnung und Ausarbeitung der Scheiben vorgenommen werden, und zeigt Fig. **162.** das Weitere hierüber. Es muß nämlich, nachdem der Theilriß mit den Theilungspunkten und der Stöckenstärke aufgerissen ist, zuerst die Ringstärke bestimmt werden. Diese nimmt man gewöhnlich zu ½ Zoll und außerhalb mit den Stöcken bündig an. Der Stock wird demnach in **u** und **u** vom Ring durchschnitten werden; zieht man ferner nach dem Mittelpunkte des Getriebes zu die Sehnen **uv**, so bestimmt sich die größte Zapfenstärke des Triebstocks, welche Regel auch bei den vorangegangenen Drehlingen zweiter Art ohne Arme zu beobachten ist.

In der fraglichen Figur sind die Stöcke nun theils als Kreise, theils in den Umrissen der Zapfen, theils sind die in der Scheibe ausgearbeiteten Zapfenlöcher angedeutet. Dabei ist das Loch für die Axe oder Spindel

angegeben, und zeigt Fig. 163. ein hiernach vollendetes Getriebe von 9 Stöcken, sowohl in der Seitenansicht, als darunter in der Ansicht von oben, mit den nach der gegebenen Vorschrift eingelegten Stöcken; Fig. 164. endlich den Durchschnitt dieses Getriebes, so wie darunter den Querschnitt durch die Mitte. Damit die Keile, durch welche Getriebe auf den Axen oder Spillen befestigt werden, die Scheiben innerhalb jedoch nicht absplittern können, vielmehr an den Axen hinabgleiten müssen, werden die Oeffnungen mit sogenannten Futtern versehen, an welche die Keile sich anlegen und behufs des festern Anschlusses neben einander weg gehen können. Diese Futter werden nach **a** oder **b** in die Scheiben eingelassen, je nachdem man solche zum Herausnehmen einrichten will, oder nicht. Fig. 165. zeigt den Durchschnitt einer Getriebescheibe mit darauf getriebenem Ringe, und die Scheibe nach **m** (oder nach **n**) abgeschrägt, wenn sie stärker als der Ring hoch ist. Zugleich ist in dieser Figur bemerklich gemacht, auf welche Weise das Loch der Axe, das zwar schon früher angedeutet worden ist, innerhalb vorgestemmt wird, da man dasselbe erst nach gänzlicher Vollendung des Getriebes ganz ausstemmen darf, damit man den Mittelpunkt nicht verliere. Man ist nämlich bei aller Accuratesse kaum im Stande, die Zapfen der Stöcke so wie die Löcher der Scheiben genau genug zu arbeiten, die Stöcke werden vielmehr durch beigesetzte kleine Keile erst in die richtige Theilung gebracht, wie aus der Oberansicht zu Fig. 163. bei **w** zu ersehen, und bedarf man hierzu demnach des Mittelpunkts. Bei den Drehlingen findet ein ähnliches Verfahren statt, da auch hier die Stöcke erforderlichen Falls mit kleinen Nebenkeilen versetzt werden müssen.

In Betreff des Materials wird bemerkt, daß man sich, um das Ausspringen der Zapfenlöcher zu verhüten, gern der zähen Holzarten als: Birken-, Eschen-, Rüstern- und dergleichen Holz bedient, und die Scheiben aus $2\frac{1}{2}$ — 3 zölligen Bohlen fertigt. Erhält das Getriebe aber einen solchen Umfang, daß eine doppelte Bohlbreite zu den Scheiben erforderlich wird, so werden die Bohlen nach Fig. 166. mit einander verleimt und auch wohl verdiebelt, und sind die Scheiben nach dem Umschluß der Ringe dann fest genug.

§. 40.

Beschreibung und Bauart der Kumme. [Blatt VII.]

Kumme, Kumpfte, auch Kummte, werden Getriebe genannt, wenn die Stöcke unmittelbar in eine Welle eingelegt sind, die dann Kumm- oder Kummtwelle u. s. w. heißt.

Kumme können in zweierlei Art angefertigt werden: entweder indem die Stöcke nach Fig. 167. Bl. VII. gleich in der Welle mit ausgearbeitet, oder nach Fig. 168. besonders eingelegt und an den Enden wieder mit Ringen gebunden werden. In beiden Fällen werden sie wie Getriebe auf den Stirnenden der Welle ähnlich nach §. 60. verzeichnet und, vorzüglich bei längeren Wellen, mittelst Schnurschlägen nach dem Orte ihrer Bestimmung übertragen. Die Wellen müssen demnach die bestimmte Stärke haben und behufs Einlegung der Stöcke auf der Stelle, wo der Kumm erforderlich ist, einen sogenannten Hals erhalten, wodurch sie zwar geschwächt, aber dennoch längere Zeit erhalten werden, weil man hier die abgenutzten Stöcke durch neue ersetzen kann. Man nimmt übrigens die Kummwellen selten lang, bringt auch den Kumm einem Ende der Welle möglichst nahe, um so mehr, wenn eine stärkere Welle, wie aus Fig. 169. zu ersehen, auf dieser Stelle geschwächt werden müßte. Sollte man den Kumm an den Enden der Wellen nicht verzeichnen wollen oder können, so kann die Auftragung desselben auch mittelst einer Chablone nach Fig. 170. geschehen, auf welcher die Theilungspunkte vermerkt sind. Solcher Chablonen kann man sich aber auch in anderen Fällen mit Vortheil bedienen, und sich namentlich durch deren Anwendung immer von der Richtigkeit des Auftragens überzeugen.

Aus der Durchschnitts-Figur 168. geht in **a** die Zirkelform der Stöcke, in **b** dagegen die Stärke der Zapfen hervor; man erhält die Zapfen vortheilhaft aber auch stärker, wenn man den Stöcken die Form nach der Durchschnitts-Figur 169. gibt, indem sie da bis zum Hals der Welle reichen können. Zur Ausarbeitung der Zapfenlöcher bedient man sich ebenfalls der Chablone nach Fig. 171. mit Nutzen.

Wenn die Kummwellen mit eingelegten Stöcken nun die vortheilhaftesten sind, da sie auf längere Zeit erhalten werden können, so kommt es noch darauf an, die Ringe bequem bis zum Hals des Kummes hinauf zu treiben. Zu diesem Behuf werden solche warm gemacht, worauf sich ihr Durchmesser vergrößert; oder es wird die Welle, die ja doch immer stärker als der Hals verbleibt, ein wenig schwächer als es die Verzeichnung ergibt, gearbeitet. Sollten jedoch Hindernisse, als Räder oder dergleichen vorhanden seyn, die das Auftreiben der Ringe vom Ende der Welle aus nicht gestatteten, so können statt derselben auch sogenannte Schloßringe, d. h. mit einem Charnier nach Fig. 172. versehene Ringe in Anwendung kommen, die sich dann öffnen

und schließen und also gleich am bestimmten Orte umlegen lassen. Der Schluß eines solchen Ringes wird entweder durch ein Splint nach m, oder durch Schraubenansätze nach n bewirkt. Schloßringe werden auch gebraucht, wenn Wellen schadhaft sind, oder durch umgelegte Ringe verstärkt werden müssen. Sehr große Ringe dieser Art (als zu Drehlingsscheiben und dergl.) können statt der Charniere auch aus 2 Hälften oder mehreren Stücken bestehen, die ebenfalls durch Splinte oder Schrauben mit einander verbunden werden.

§. 41.

Zusatz, Bestimmung der Getriebe-Halbmesser.

Bei der Bestimmung des Halbmessers der Getriebe durch Construction ist das gewöhnliche Verfahren der Zeugarbeiter angegeben; dieselben beobachten aber auch noch andere Verfahrungsarten, und pflegen damit zu prahlen, obwohl sie nur Künsteleien sind. So läßt sich z. B. ein 7stöckiges Getriebe unmittelbar aus einem gleichseitigen Dreieck nach Fig. 173. in folgender Art verzeichnen: Man beschreibe mit der Theilung, welche das Getriebe erhalten soll, das gleichseitige Dreieck abd, halbire ad und bd in f und g und ziehe die Linien ag und bf, welche sich in c durchschneiden. Trägt man nun die Weite cd aus d nach e, so ist ec der Halbmesser zum 7stöckigen Getriebe.

Ferner läßt sich ein 8stöckiges Getriebe aus einem rechten Winkel nach Fig. 174. verzeichnen, wenn man wiederum die Theilung zu Grunde legt. Man nehme nämlich die Schenkel ab und ad gleich der Theilung, theile ab in 6 gleiche Theile, so ist c (gleich $\frac{5}{6}$ ab) der Mittelpunkt für das Getriebe, wenn man cd zum Halbmesser nimmt.

Man kann aber auch mit einerlei Handgriff ein 5 — 12stöckiges Getriebe aus einem gleichseitigen Dreieck verzeichnen, wenn man die Seite desselben wieder gleich der Theilung macht (Fig. 175). Man trägt nämlich ac oder bc in der entgegengesetzten Richtung der Normale auf ab, aus c nach d und theilt cd in 6 gleiche Theile, so geben solche die Halbmesser für die hierher treffenden Getriebe, wenn man den einen Fuß des Zirkels in die dazu bezeichneten Punkte einsetzt und den anderen bis a oder b öffnet. Trägt man einen dieser Theile aus c zurück nach s, so erhält man von s aus auch den Halbmesser zum 5stöckigen Getriebe.

Mit einerlei Handgriff verzeichnet man ferner 12 — 24stöckige Getriebe, wenn man nach Fig. 176. ad oder bd aus d nach f trägt, und df in 12 gleiche Theile theilt, wodurch man die Mittelpunkte von 12 — 24stöckigen Getrieben erhält.

Alle diese Verfahrungsarten so wie andere hier nicht mit aufgeführte, sind nun zwar annäherend richtig, in der Anwendung jedoch insofern Fehlern unterworfen, als man mechanisch nicht genau genug arbeiten kann, und würde man vielstöckige Getriebe leicht um etwas zu groß oder zu klein erhalten; die Rechnung dagegen bleibt unter allen Umständen genau, und ist demnach auch nur hierbei das Verfahren sicher. Neumann hat in diesem Sinne eine Tabelle angegeben, nach welcher man bereits berechnete Zahlen nur mit der Theilung zu multipliciren braucht, die das Getriebe erhalten soll; doch muß man hierbei ebenfalls noch wieder rechnen, erhält auch nur den Durchmesser und zwar in sehr verschiedenartigen, nicht wohl von einem Maßstab abzunehmenden Brüchen. Besser bedient man sich deshalb der von Melzer im 3ten Theile seiner Mühlbaukunst angegebenen Tabelle, in welcher man die Halbmesser der 5 — 23stöckigen Getriebe von 3 — 6 Zoll, als der bei hölzernem Räderwerk gewöhnlich kleinsten und größten Theilung gleich berechnet findet, und zwar in Brüchen von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{32}$ Zollen, in welche Theile man einen wirklichen Zoll nach Fig. 177. sehr wohl noch eintheilen kann. Ebenso sind im ersten Theil jenes Melzerschen Werkes ausführliche Tabellen für die Halbmesser der Kamm- und Stirnräder so wie der Drehlinge enthalten, welche die Viertelmaße und Pfostenbreiten mit angeben. Da auch daselbst noch ausführliche Tabellen für Wasserräder von verschiedenen Größen enthalten sind, so verdient dieses praktische Hülfsbüchlein auch in dieser Beziehung der Erwähnung um so mehr, als es zu weitläuftig seyn würde, diese Tabellen hier von Neuem mit aufzunehmen.

Von den Bunkelrädern oder Bunkeln.

§. 42.

Erklärung und Bauart. [Blatt VII.]

Daß unter Bunkeln halbe Drehlinge, d. h. Drehlinge mit nur einer Scheibe, aber auch dergleichen Getriebe verstanden werden, ist bereits in der Einleitung gesagt, und eben so ist bemerkt worden, daß diese Räder auch zu treibenden Rädern gemacht und in diesem Falle mit Kämmen statt mit Stöcken versehen werden.

Bunkeln werden nun, je nach der Größe der Theilung, so wie der zu Gebote stehenden Hölzer, auf gar verschiedene Art angefertigt, und zwar entweder nach Art der Drehlingsscheiben von einzelnen Felgen, die jedoch stärker als gewöhnlich genommen werden müssen, oder aber von ganzen Stücken (von einer Felgenlage), so daß gewöhnlich 4 die Scheibe des Rades bilden, im Fall sie bei geringer Größe nicht, wie Getriebescheiben aus einer oder zweier Pfostenbreiten angefertigt werden können. Die Stöcke oder Kämme befinden sich dem äußeren Umfange immer ziemlich nahe, ja wohl gar, wie bei Getrieben, ganz an demselben, je nachdem das Rad diese oder jene Bestimmung hat, oder mit einem Stirn- oder Kammrad u. s. w. zusammen greift. Wie die Getriebe, so werden auch diese Räder in der Regel mit eisernen Ringen gebunden, da sie gewöhnlich ohne Arme auf die Wellen oder Spillen gebracht werden.

Fig. 178. zeigt nun in **A** die vordere Ansicht eines Bunkels*), in **B** die Seitenansicht und in **C** den Durchschnitt. Der Bunkel ist hier in der Scheibe aus 4 gleich langen in einander verzapften Stücken angefertigt, die nach der linken Hälfte der Figur etwas größer, nach der rechten dagegen kleiner genommen sind, so daß die Kämme oder Stöcke dem Umfange dort entfernter, hier näher stehen. Die obere Hälfte der Vorderansicht **A** zeigt ferner, wie die Fuge des Oberstücks bei **a** zwischen die Theilung trifft, um das Ausspringen der dahin treffenden Wechsel zu verhüten, besser jedoch nach **b** als Stoß auf die Theilung geführt wird; oder es werden die Scheibenstücken, wie aus der unteren Hälfte der Ansicht ersichtlich, von solchen Abmessungen oder Breiten genommen, daß die Fugen gleich auf die Theilungspunkte treffen, welches (wie hier) zwar an der Welle eine größere Oeffnung gibt, für die Befestigung des Rades aber unwesentlich ist. Die Fig. 178. zeigt ferner, wie die Verzapfungen der 4 Felgenstücken der Scheibe genagelt sind, und daß die Scheibe, besonders wenn sie ohne Arme, auch noch mit eisernen Ringen gebunden wird, deren zwei erforderlich sind, wenn die Scheibenstärke (wie hier) schon bedeutend ist. In der Durchschnittsfigur **C.** ist die Verzapfung der Stücke ineinander zugleich mit ersichtlich gemacht, auch ersieht man daraus, daß die Kämme oder Stöcke auf der entgegengesetzten Seite verbohrt seyn müssen, damit sie sich nicht herausziehen können.

Fig. 179. zeigt einen Bunkel, nach der Art verbesserter Drehlinge, aus 2 langen und 2 kurzen in einander gezapften Stücken angefertigt, wobei die Ringe unter allen Umständen nicht fehlen dürfen, da hier durch die Zusammennagelung zwar der Zusammenhang der Stücke, aber weiter keine große Festigkeit bewirkt wird. Auf diese einfache Weise werden Bunkel indeß gewöhnlich angefertigt, weil Ringe doch nicht wohl zu entbehren sind, und weil dabei zugleich an Holz gespart wird. In der Figur sind wieder Kämme und Stöcke angegeben, um anzudeuten, daß das Rad sowohl ein treibendes als ein getriebenes seyn kann.

Fig. 180. zeigt in der Vorder- und Seitenansicht **A** und **B** noch ein bunkelartiges Getriebe, theils mit den Zapfen derselben, in der Art angefertigt, daß sich die Stöcke am Umfange der Scheibe befinden und letztere nur die Oeffnung für die eiserne Axe beläßt. Hier muß die Scheibe wieder nothwendig mit Ringen gebunden seyn, indem nur dadurch die Stöcke festgehalten werden. Die Stärke des Rades wird, wie bei andern Rädern, nach der zu gewältigenden Last bestimmt.

Mit Ringen können und werden aber zuweilen auch große Kammräder gebunden, wobei denn eine anderweite Befestigung der Stöße mittelst eisernen Schienen und Schrauben wegfällt; man kann aber selbst auch Stirnräder mit Ringen binden, wenn die Stirn des Rades dazu eingerichtet ist, oder die Kämme im Verhältniß zur Ringstärke lang genug genommen werden. Solche Ringe dürfen jedoch keine so große Stärke erhalten, wie ihnen gegeben zu werden pflegt, sondern können aus zähem Eisen ziemlich schwach genommen werden, so daß sie nur wenig, oder wenn die Stirn des Rades dazu eingerichtet ist, gar nicht vorspringen.

Bunkel können nun endlich auch bis auf's Subtilste angefertigt und in vielen Fällen da in Anwendung genommen werden, wo es an Gelegenheit zur Beschaffung eiserner Räder gebricht, oder wo man die Kosten der letzteren nicht anwenden will. Man findet die mannigfaltigste Zusammenstellung der Bunkel in den holländischen Maschinenwerken.

§. 43.

In Fig. 181. **A.** und **B.** ist ein großes bunkelartiges Rad eigenthümlicher Art in der Vorderansicht und im Querschnitt dargestellt. Dasselbe hat 3 Felgenlagen und besteht vornehmlich aus den mittleren — Bunkelartiges Kammrad.

*) Hier von 28 Stöcken oder Kämmen mit 5 Zoll Theilung.

Hauptfelgen, die bei hinreichender Stärke auf den Stößen auch überblattet seyn können. Diese mittlere Felgenlage ist auf beiden Seiten mit schwächeren Felgen von beliebiger Länge belegt, deren Anzahl sich mithin nicht nach der der Hauptfelgen richtet, sie müssen nur die Stöße derselben bedecken. Daß auf diese Weise ebenfalls solide Räder gebildet werden können und dabei bedeutend an starken breiten Hölzern erspart werden kann, erleidet keinen Zweifel; auch können die äußeren Felgen mit den inneren wieder durch Nagelung, oder, wie hier angedeutet, durch Schraubenbolzen verbunden werden, wenn letztere in gehöriger Anzahl angewendet werden. Sind nämlich die Stöße eines Rades mit eisernen Schienen und Schraubenbolzen versehen, so ist gleichsam das Meiste schon geschehen, und man darf nur noch so viel leere Schrauben hinzufügen, um auch bei Kamm- und Stirnrädern statt der hölzernen Nagelung die nöthige Festigkeit dadurch zu bewirken. Die Kosten werden nicht sehr erhöht, in vorkommenden Fällen wird aber oft sehr an Zeit erspart. Auch bei Drehlingen ließe sich die Verbindung der Felgen auf diese Weise bewirken, insofern bei besonders eiligen Fällen den Schraubenbolzen der Vorzug vor der hier allerdings wohlfeileren Nagelung eingeräumt werden sollte.

Endlich kann man bei Spundstirnrädern (die nach §. 31. eigentlich aus 2 Kränzen bestehen, zwischen den die Spunde eingeschoben sind) jeden Kranz auch für sich aus doppelten Felgen anfertigen und die Felgen zusammen leimen, so daß die Nagelung mehr nur Nebensache wird, und bei Verbolzung der Stöße auch ganz wegfallen kann. Spundräder auf diese Weise angefertigt, werden in der Zusammenfügung der Kränze genauer. Eben so könnte man auch bei Kammrädern und Drehlingen verfahren, und bei Verbolzung der Stöße, die Nagelung besonders bei leichteren Maschinen entbehrlich machen.

Von dem Aus- und Einschritt.

§. 44.

Erklärung u. Construction. [Blatt VII.]

Bei den Kammrädern bleibt sich die Theilung auf allen Punkten der Kammkopfslänge (der vor dem Kranze vortretenden Höhe) gleich, weil die Kämme parallel mit der Wellaxe gehen, nicht aber bei den Stirnrädern, wo die Kämme in der Richtung des Halbmessers (central) stehen, die Theilung sich demnach auf jeden Punkt vergrößert. Auf diese vergrößerte Theilung ist bei der Anfertigung der Drehlinge und Getriebe zu rücksichtigen, wenn hier der Eingriff richtig erfolgen soll.

Wenn man nun nach §. 29. $\frac{2}{3}$ der Theilung zur Kammkopfslänge nimmt, die auf die Stirn des Rades nach Fig. 182. treffende Theilung **ab**, ferner in so viel gleiche Theile theilt, als das Rad Kämme im Viertel hat, und einen solchen Theil über **b** hinaus nach **g** trägt, so erhält man in **ag** annäherend die Theilung **cd** am äußeren Ende des Kammkopfes. Hätte das Stirnrad demnach 24 Kämme, so würde man die Theilung in 6 gleiche Theile theilen und in $\frac{7}{6}$ die vergrößerte Theilung **cd** erhalten. Diese vergrößerte Theilung, die freilich auch leider öfters zum Nachtheil angewendet wird, ist es indessen nicht, um welche sich's hier handelt, sondern diejenige **mn**, die mit der Angriffslinie **op** beider Räder zusammenfällt und der Ausschritt genannt wird. Ein zu einem Stirnrade anzufertigender Drehling oder Getriebe muß demnach Ausschritt, d. i., die vergrößerte Theilung nach **mn** erhalten, wenn beide Räder richtig in einander greifen sollen.

Wenn die Kammkopfslänge nun $\frac{2}{3}$ der Theilung, die Stöckenstärke dagegen $\frac{4}{7}$ derselben beträgt, und wenn ferner bei richtigem Eingriff beide Räder so tief in einander greifen müssen, daß die Stöcke sich in ihrer ganzen Stärke zwischen die Kämme einsenken, so findet man den Ausschritt **mn** auf $\frac{2}{7}$ oder der halben Stöckenstärke vom äußern Ende des Kammkopfs genau, also um $(\frac{2}{3} - \frac{2}{7})$ **ab** $= \frac{8}{21}$ **ab** oder $\frac{8}{21}$ der Theilung (auf der Stirn des Rades) von der Stirn entfernt, und es ist nun **mn** = der Theilung zu dem um $\frac{8}{21}$ **ab** vergrößerten Halbmesser des Rades.

Oder, wenn in **A**. Fig. 183. die $\frac{2}{3}$ **ab**, die Kammkopfslänge, so wie in **B** die $\frac{4}{7}$ **ab** die Stöckenstärke bezeichnen, so ist nach **C** derselben Figur wo **cd** den Halbmesser bis zur Stirn **ce**, den Halbmesser bis zur Angriffslinie, und **dg** und **ef** die Theilung und den Ausschritt des Rades bezeichnen,

$$cd : ce = dg : ef;$$

$$\text{aber } ce \text{ ist } = cd + de$$

$$\text{und } de = \tfrac{2}{3}\,ab - \tfrac{2}{7}\,ab = \tfrac{8}{21}\,ab;$$

$$\text{demnach } cd : cd + \tfrac{8}{21}\,ab = dg : ef$$

$$\text{und } ef = \frac{(cd + \frac{8}{21}\,ab)\,dg}{cd}.$$

Soll dagegen zu einem Drehling oder Getriebe ein Stirnrad gefertigt werden, und ist für die ersteren Räder die Theilung mn auf der Angriffslinie nach vorstehender Fig. **182.**, so ist die kleinere Theilung **ab** für die Stirn des Rades zu nehmen, die nun den Einschritt bildet.

Oder es ist:
$$ec : dc = ef : dg$$
$$\text{d. i. } ec : ec - ed = ef : dg;$$
$$\text{da aber } ed \text{ wieder} = \tfrac{8}{21}\,ab,$$
$$\text{so ist } ec : ec - \tfrac{8}{21}\,ab = ef : dg$$
$$\text{und } dg = \frac{(ec - \frac{8}{21}\,ab)\,ef}{ec}.$$

Werden nun Stirnräder, Drehlinge oder Getriebe nach einer dieser Bestimmungen angefertigt, so hat es damit zwar seine Richtigkeit, aber auch seine Schwierigkeit, es mag der Ausschritt oder Einschritt mechanisch oder durch Rechnung gesucht werden, weil man einmal mechanisch hier nicht wohl genau genug arbeiten kann, die Rechnung aber wieder sehr in die Brüche geht, welches ein eben so großer Uebelstand ist. Wenn diese Verfahrungsart nun überdies mehr nur eine hergebrachte Gewohnheit ist, der Aus- und Einschritt von den Zeugarbeitern auch selten richtig ermittelt, sondern von dem Einen auf der halben Kammkopfslänge, von dem Anderen auf $\frac{2}{3}$ derselben und von einigen gar am vorderen Ende des Kammkopfes genommen wird; wenn ferner die Räder beim Ausschnitt größer ausfallen, als sie nach der wahren Theilung seyn sollten, so ist ein Verfahren, wobei weder ein Ein- noch Ausschritt beabsichtigt werden darf, sondern beide Räder nach ein und derselben, oder mit andern Worten, nach der wahren Theilung angefertigt werden können, auch das einfache und bessere. Dies Verfahren beruht nun darauf: daß man den wahren Halbmesser nicht für die Stirn des Rades, sondern für die Angriffslinie nimmt, worauf beide Räder, wie aus Fig. **182.** mit erhellet, nach ein und derselben Theilung angefertigt werden können und also auch die richtige Größe erhalten müssen. Ist daher nach Fig. **184.** der Halbmesser **cd** des Stirnrades bestimmt*), so nehme man solchen für die Angriffslinie und vermerke darauf die Stückenstärke ($dv = \frac{2}{7}$ der Theilung); trägt man nun die Kammkopfslänge (gleich $\frac{2}{3}$ der Theilung) aus **v** nach **w** zurück, so erhält man dadurch die Stirn für das Rad, statt daß solche nach der oberen Hälfte der Figur in der gewöhnlichen Verfahrungsart immer zu groß ausfällt. Dies Verfahren wird übrigens von einsichtsvollen Baumeistern und Mechanikern längst beobachtet und nur die Müller und gemeinen Zeugarbeiter sind hierin zurückgeblieben. Es ist dabei so einfach, daß wohl kaum ein Zweifel an der praktischen Anwendbarkeit obwalten kann, und deshalb zu bewundern, wie es so lange hat unbemerkt bleiben können. Ebenso ist es ein Irrthum, wenn man meint, daß die Theilung der Drehlinge eine andere seyn müsse, wenn ein Stirnrad, statt durch den Druck, auf den Hub in denselben greift; beide Theilungen müssen vielmehr unter allen Umständen einander gleich seyn.

Von dem conischen Räderwerk.

§. 45.

Cylindrische oder gerade Räder können nur da eine vollkommene Anwendung finden, wo die Wellen parallel mit einander gehen; treffen letztere jedoch unter einem Winkel zusammen, so müssen die Räder conisch oder kegelförmig seyn, und werden dann auch conische oder verjüngte, wie auch Winkel- oder Kegelräder genannt. Conisches Räderwerk wird also mit Vorzug gegen cylindrisches da angewendet, wo die Wellen nicht mehr parallel gegen einander liegen, sondern unter einem Winkel zusammentreffen, der nicht gerade ein rechter, Fig. **23.**, seyn muß, sondern nach Fig. **24.** und **25.** Bl. **I.** auch ein stumpfer oder spitzer Winkel seyn kann. Die Kegelform bestimmt sich jedesmal aus dem Winkel, unter welchem die Wellen zusammentreffen, so wie aus den Durchmessern der Räder selbst. Die Anfertigung der Winkelräder aus Holzwerk hat ihre Schwierigkeit, weil dazu in vielen Fällen nicht allein stärkere Hölzer als zu geraden Rädern erforderlich sind

Beschreibung und Bauart. [Blatt VII.]

*) Man kann denselben zuvörderst auf ein glatt gehobeltes Brettstück aufzeichnen, in welcher Art man auch beim Ausschritt u. s. w. verfährt.

(indem die Felgen nicht immer aus Bohlen, vielmehr oft nur aus ganzen Blockstücken ausgebogen werden können), sondern auch, weil die Räder bei der so sehr verschiedenen Form nicht immer die nöthige Festigkeit erhalten können, weshalb sie denn auch nicht allgemein in Anwendung gekommen sind. Eine andere Schwierigkeit macht der erforderliche sehr genaue Eingriff dieser Räder in einander, da die Theilung nur auf einem Punkt richtig, darüber hinaus aber zu groß, darunter zu klein ist. Die Wellen müssen deshalb auch eine unveränderte Lage gegen einander haben, die jedoch nicht immer, und namentlich bei Mahlmühlen wegen des Abmahlens der Steine, zu erhalten ist. Dessenungeachtet sind die Winkelräder aber in vielen Fällen unentbehrlich, und soll hier deshalb davon gehandelt werden.

Schon aus beregter Fig. **23.**, **24.** u. **25.** Bl. **I.** ergibt sich, wie die Kegelform aus dem Halbmesser derselben entspringt, indem die Zähne, worunter auch Kämme und Stöcke zu begreifen, immer senkrecht auf die Angriffslinie beider Räder treffen müssen. Sollte dennoch zu einem Kammrade ein conisches Getriebe gefertigt werden, so kommt es nächst dem Halbmesser des letzteren zugleich auf den des Kammrades mit an, woraus sich denn, wie aus Fig. **185. A.** erhellt, die Kegelform von selbst ergibt. Der Querdurchschnitt **B.** dieser Figur zeigt ferner die Vergrößerung der oberen und Verkleinerung der unteren Triebscheibe, deren Halbmesser in der Wirklichkeit mechanisch genau genug gefunden, jedoch auch wieder berechnet werden können, sobald die lichte Weite oder Stöckenlänge der Getriebe bekannt und halbirt ist, indem

$$1)\ ce : cf = el : fg$$

$$2)\ ce : cd = el : dm$$

$$\text{und ad 1. } fg = \frac{cf \cdot el}{ce}$$

$$\text{ad 2. } dm = \frac{cd \cdot el}{ce} \text{ ist.}$$

Wie die Triebstücke im Verhältniß ihrer Länge sich ebenfalls nach oben über die mittlere Theilung hinaus verstärken, nach unten aber verjüngen, geht aus der Ansicht **A.** mit hervor, und es werden hiernach die Zapfenstärken und die Zapfenlöcher in den Triebscheiben verzeichnet. Wenn der Ring der oberen Scheibe jedoch schon, um ihn hinauftreiben zu können nicht conisch sondern nur cylindrisch seyn darf, der untere aber, damit er nicht hinabgleite, ebenfalls cylindrisch seyn muß, so folgt, daß die Zapfen der Stöcke die Richtung nach der besondern Fig. **h** erhalten müssen, worauf bei den Zapfenlöchern mit zu rücksichtigen ist.

Sind Getriebe nur klein, so werden dazu bestimmte Kammräder wohl auch noch gerade angefertigt und nach Fig. **B.** bloß vorn in den Kämmen nach **mn** abgeschrägt; vergrößern sich die Getriebe jedoch, und will man genau dabei verfahren, so müssen auch die Kämme nach Fig. **C.** die erforderliche auf die Angriffslinie normale Stellung erhalten. Es wird dann auch die Vorderfläche des Rades dazu eingerichtet und die dahin treffende Felgenlage stark genug genommen. Der mittlere oder wahre Theilriß des Getriebes trifft hier mit der Angriffslinie des nunmehr ebenfalls conischen Kammrades in **o** zusammen, und es bestimmt sich hiernach nicht allein die Richtung des Kammes nach **vw** statt **yx**, sondern auch die auf der Vorderfläche des verjüngten Rades stattfindende verkleinerte Theilung in **w** statt in **x**. Der Halbmesser des Kammrades ist demnach für die Ausführung auch nicht der **cx**, sondern **cw**, oder es bildet sich nach gewöhnlicher Weise zu sprechen, hier wieder ein Ausschritt, der aber weiter nicht beachtet werden darf, da sich die Theilung in der Angriffslinie von selbst richtig stellt.

Daß sich conische Kammräder, wenn sie in Getrieben eingreifen, noch ziemlich gut anfertigen lassen, da die innere Felgenlage nur in der Vorderfläche abgeschrägt werden darf, zeigt der Augenschein, und kann auch hier die Vorbohrung der Kammlöcher mittelst eines dazu eingerichteten Bohrstuhls geschehen, wenn man der Durchstemmung der Kämme von Hause aus nach einer Chablone nicht den Vorzug geben will; und eben so werden hier die Arme wie gewöhnlich eingelegt.

Greift ein Kammrad dagegen in einen Drehling, so wird die Sache schon schwieriger, da hier die Räder die Form nach Fig. **186.** erhalten müssen, wobei denn nicht allein eine große Verjüngung der Drehlingsscheiben, sondern auch eine gleich bedeutende Abschrägung der Vorderfelgen des Kammrades statt finden muß, bei welcher die Felgennagelung nur in der punktirten Richtung ausgeführt werden kann, während die Drehlingsstöcke die verkümmerten Zapfen nach der besonderen zu rechts verzeichneten Fig. **M.** erhalten. Man vermeidet dergleichen Drehlinge daher in solchen Fällen gern und läßt nach Fig. **187.** lieber Kamm auf Kamm greifen. Hierbei wird aber die Anfertigung des Stirnrades wieder schwierig und kostspielig zugleich,

indem jede Felge des Stirnrades aus stärkeren Bohl- oder wohl gar ganzen Blockstücken ausgebogen werden muß, wie aus Fig. **188.** ersichtlich, wo 4zöllige Felgen schon 6½ Zoll starke Bohlen erforderlich machen. Das Kammrad kann hier, wie vorhin, aber auch in der angegebenen Form nach **A** oder **B** angefertigt werden, wobei denn die Felgennagelung wie punktirt erfolgt, und wobei breitere Vorderfelgen erforderlich sind.

Um es mit dem Aus- und Einschritt nie zu thun zu haben, der bei diesen Rädern überdies unter jedem Winkel anders fällt, muß endlich auch hier die wahre Theilung, wie schon bei Fig. **185. C.** angeführt, immer auf die Angriffslinie gebracht und von da aus die Zurücktragung auf den Kranz des Rades bewirkt werden. Daß die Felgenverbindung conischer Räder aber auch wieder durch Verbolzung bewirkt und dadurch der Bau derselben in vielen Fällen erleichtert werden kann, wird auch hier noch beiläufig bemerkt, sowie, daß man dergleichen Räder auch noch anderweit anfertigen kann, je nachdem diese oder jene Hölzer dazu zu Gebote stehen; und so können selbst auch Verleimungen der Felgen Anwendung finden, und demnach die Anfertigung dieser Räder auch dadurch erleichtert werden.

§. 46.

Fortsetzung.

Es ist angeführt, daß man Kammräder und Getriebe bei gewöhnlichen Mahlmühlen wegen Abnutzung, so wie des Hebens und Senkens der Mühlsteine wegen nicht wohl conisch anfertigen könne; wenn die Kämme hier aber, wie aus Fig. **189.** erhellt, über Eck in die Stöcke greifen, so werden sie, um das Einschlüpfen zu erleichtern und den Rädern dennoch einen möglichst guten Gang zu geben, entweder nach Fig. **190.** auf den Seitenflächen abgerundet, oder wie es meistentheils bei kleinen Getrieben und schmalen Kämmen nur geschieht, auf den Kanten gebrochen und dadurch zum bessern Eingriff geschickt gemacht. Die Müller pflegen gerade Getriebe, wie aus Fig. **189.** mit ersichtlich, zugleich auch in den Stöcken länger als erforderlich zu machen, um den Kämmen nach der ersten Abnutzung der Stöcke einen zweiten Griff geben und so die Getriebe länger nutzen zu können.

Greift ein Kammrad dagegen nach Fig. **191.** in einen geraden Drehling, berührt sich demnach eine größere Zahl der Kämme und Stöcke und in weiterer Entfernung von der Mittellinie (der Linie, welche durch den Angriffspunkt und durch den Mittelpunkt des Rades geht) mit einander, und will man hier den möglichst guten Eingriff bewirken, so muß die Abrundung der Kämme nach folgender Regel geschehen.

Man denke sich in Fig. **192.** den Drehling von der Seite gesehen, unter welchem das Kammrad wegstreicht, und in **d** und **e** die letzten Berührungspunkte (Endpunkte) der ankommenden oder abgehenden Kämme mit den Stöcken, so wird **db = eb** die Entfernung dieser Punkte von der Mittellinie **abc** bezeichnen. Bezeichnet ferner die Fig. **193.** das Kammrad liegend, oder in der vorderen Ansicht, und **db** wieder den Abstand des äußeren Berührungspunktes des Kammes mit dem Stocke von der Mittellinie **ac** aus, so wird der Stock in **gh** zwar die Richtung der Mittellinie behalten, der Kamm dagegen die Richtung nach **fi** angenommen haben, und wenn **di** und **df** zugleich die Breite des Kammkopfes bezeichnen, sich in **hi** und **gf** der Unterschied beiderseitiger Richtungen ergeben, um welche die Kämme auf den Seitenflächen abgerundet werden müssen, damit sie zum Einschlüpfen zwischen die Stöcke geschickt werden. Bezeichnet endlich die Fig. **194.** den Kamm selbst, und trägt man den gefundenen Unterschied **hi = fg** von den äußeren Seiten desselben nach einwärts, wie in **mo** und **mo**, so erhält man in **ono 3** Punkte, innerhalb welcher die Abrundung geschehen muß, und zu welchen man nach geometrischer Regel den Mittelpunkt **w** findet, wenn man die punktirten Sehnen **on** halbirt, und die Senkrechten **xy** darauf errichtet, die sich in **w** durchschneiden, oder wenn man mit einerlei Zirkelöffnung von **o** und **n** aus, zu beiden Seiten die sich bei **x** und **y** durchschneidenden Bögen verzeichnet und die Linien **xy** bis **w** verlängert.

Bei dieser Abrundung der Kämme erhält nun auch gerades oder cylindrisches Räderwerk einen erträglichen Gang, wobei zwar immer noch eine doppelte Reibung zwischen Kamm und Stock statt findet, nämlich die ein- und ausschlüpfende, so wie die am Stock auf- und niedergehende, da der Kamm (s. Fig. **191.**) den Stock in der Nähe der inneren Scheibe bei **a** ergreift, sich zur äußeren Scheibe bis gegen **b** daran hinauf schiebt und dann eben so zurück gleitet. Diese zweite Reibung ist indeß weniger zu achten und verschwindet fast ganz, wenn die Stöcke, wie es oft geschieht, von Metall oder wohl gar von Glas genommen werden, wobei sich die Kämme poliren.

Anderweite Erfordernisse für den Eingriff der Räder in einander.

§. 47.

Bestimmung der Erfordernisse. [Blatt VII.]

Außer der bereits angegebenen Abrundung der Kämme bei Kammrädern kommt es behufs des richtigen Eingriffs der Räder in einander überhaupt noch auf folgende Punkte an:

1) muß der vorhergehende Kamm den Stock nicht eher verlassen, als bis der nachfolgende Stock von dem dahin treffenden Kamm ergriffen ist;

2) muß die sonstige Form der Kammköpfe noch eine verjüngte seyn;

3) müssen die Kämme wo möglich nicht vor der Mittellinie des Rades arbeiten.

Zu 1) ist begreiflich, daß, wenn der vorstehende Kamm den Stock eher verläßt, bevor der nachfolgende Stock vom dahintreffenden Kamm ergriffen ist, nachtheilige Lücken im Eingriff entstehen, die einen stoßenden oder stockernden Gang zur Folge haben, so wie, daß es demnach zunächst auf die Kammkopfslänge ankommen muß. Diese ist im Allgemeinen nun zwar schon zu $\frac{3}{7}$ der Theilung festgesetzt, bedarf in besonderen Fällen jedoch noch einer näheren Bestimmung, wie aus dem Hierhertreffenden erhellen wird.

Zu 2) denke man sich Fig. **195.** in **ab** den Bogen oder Theilriß eines Drehlings mit seinen Theilungspunkten, unter welchem ein Kammbaum oder großes Kammrad **cd** wegstreicht, dessen Kämme durch darauf vermerkte Linien angedeutet sind. Hier ergibt sich, daß bei einerlei Theilung und gleicher Zeit die Kämme dennoch weiter von der Mittellinie des Rades fortrücken als die Stöcke, indem sich letztere zugleich erheben. Die Form der Kämme kann deshalb keine gerade bleiben, sondern muß nach **u** Fig. **196.** eine verjüngte seyn, die sich nach der Gattung und Größe der Räder so wie der Theilung richtet.

Zu 3) würde, wenn die Kämme schon vor der Mittellinie arbeiteten, eine doppelte Reibung, nämlich eine ein- und eine ausschlüpfende, zwischen Kamm und Stock entstehen; das frühere Zusammentreffen der Kämme oder Stöcke wird aber durch die verjüngte Form der Kämme mit vermieden, indem, wie sich aus **v** und **w** der Fig. **196.** ergibt, die volle Stärke des Kammes dem Stocke erst auf der Mittellinie dargeboten wird.

§. 48.

Evolwende, Cycloide, Epicloide, Hypocycloide.

Die Länge der Kammköpfe wird sich aus den hierher treffenden Figuren ergeben; die Verjüngung dagegen muß nach Curven aus der höheren Geometrie bewirkt werden. Sie hängt, wie gesagt, zunächst von der Größe und Theilung, dann von der Gattung der Räder ab, und wird bei Kammbäumen nach der Evolwende, bei Kammrädern nach der Cycloide, bei Stirnrädern aber nach der Epicycloide ausgeführt. Die Hypocycloide eignet sich nur für innere Stirnräder, d. i. für solche, welche die Kämme nach innen haben.

Es würde die Figuren ohne Noth vermehren, wenn die Construction dieser Kurven hier ganz vollständig vorgetragen werden sollte, um so mehr, als man statt derselben mit Näherungsbogen, die der Genauigkeit nahe genug kommen, ausreichen kann; auch ist eine vollständige Abhandlung dieser Curven, so wie die Anwendung derselben auf die Form der Kämme und Stöcke, im ersten Bande der Statik fester Körper von Eytelwein (Berlin **1808**) enthalten, auf welche deshalb für diejenigen, welche sich mit der Sache näher bekannt machen wollen, hingewiesen wird. Desgleichen wird in Buchanan's praktischen Beiträgen zur Mühlen- und Maschinen-Baukunst (übersetzt von Jacobi, Berlin **1825**), ebenfalls über diesen Gegenstand sehr ausführlich gehandelt.

Hier genügt es demnach zu bemerken, daß die Evolwende nach Fig. **197.** von dem Endpunkte einer Linie gebildet wird, welche von einem Theile der Kreisperipherie abgewickelt wird. Der Theil des Kreises, welcher sich abwickelt, heißt die Evolute und diese ist der dazu gehörenden Tangente gleich. Die Cycloide, Fig. **198.**, wird von einem Punkt **a** eines Kreises (Erzeugungskreis genannt) beschrieben, welcher sich auf einer Grundlinie fortbewegt; die Epicycloide aber, wird von einem Punkt **a** des Erzeugungs-Kreises beschrieben, wenn dieser sich statt auf einer geraden Linie, nach Fig. **199.** auf der äußeren Seite eines Kreises (des Grundkreises) forbewegt; und endlich die Hypocycloide, wenn sich der Erzeugungs-Kreis innerhalb des Grundkreises (s. dieselbe Figur) fortbewegt.

Denkt man sich unter der Grundlinie in Fig. 198. nun ein Kammrad, und unter der Länge **ab** der Cycloide den oberen verjüngten Theil eines Kammkopfes nach Fig. 196., so sieht man leicht, welch ein geringer Theil der Cycloide (und eben so nach Fig. 199. bei den Stirnrädern der Epicycloide) in Betracht kommt, weshalb man sich unbedenklich der Näherungsbogen bedienen kann, wenngleich die genannten Curven noch nicht genau genug seyn sollen und von einigen Mathematikern andere Bogen vorgeschlagen werden.

§. 49.

Verfahren bei Bestimmung der Länge und Form des Kammkopfes; Beispiele.

Das hinreichend genaue Verfahren, die Form des Kammkopfes in Betreff der Länge und Verjüngung zu bestimmen, ist nun Folgendes:

1) Bei Kammrädern, wo die Verjüngung nach der Cycloide erfolgen muß.

Man denke sich in Fig. 200. ein Getriebe von 6 Stöcken so verzeichnet, daß der eine Stock sich auf der Mittellinie befindet, und nach derselben Theilung **ab** darunter 2 arbeitende Kämme, von welchen der Kamm zu links den Stock eben verlassen, der zu rechts den Stock aber ergreifen soll. Würden hier nach der gewöhnlichen Regel die Kämme nur die Länge von ⅔ der Theilung erhalten (wobei sie zwar lang genug wären, um den Stock zwischen sich zu versenken), so würde diese Länge doch nicht hinreichen, den vorhergehenden Stock so lange festzuhalten, bis der nachfolgende Stock von dem dahin treffenden Kamm ergriffen wird. Um Letzteres zu bewirken, müssen die Kämme vielmehr eine größere Länge erhalten, und man findet diese, wenn man die Sehne **ab** zieht und den Kammkopf bis zum Punkt **o**, wo die Peripherie des Stockes von der Sehne geschnitten wird, verlängert. Bei dieser Länge, und wenn die Seiten des Kammes parallel, nicht verjüngt wären, würde der vorangehende Kamm offenbar aber in den Stock bohren und der nachfolgende Kamm von dem sich dahinter senkenden Stock in den Nacken getroffen werden. Damit weder das Eine noch das Andere geschehe, müssen die Kämme demnach verjüngt seyn, und man findet den statt der Cycloide dazu erforderlichen Näherungsbogen genau genug, wenn man mit der Länge der Sehne **ab** aus den Punkten **o** und **p**, welcher letztere in die Angriffslinie **gh** fällt, den Durchschnittspunkt **x** beschreibt und diesen zum Mittelpunkt für den Bogen **op** nimmt. Zieht man durch **x**, parallel mit der Angriffslinie **gh**, die punktirte Linie **ck**, so treffen auf diese auch die Mittel-Punkte **c**, **z** und **k** für die Verjüngung der Kammköpfe. Eben so könnte man die Kämme, wie punktirt angegeben, oberhalb auch bis zur Spitze auslaufen lassen, wenn beide zu gleicher Zeit arbeiten sollten, und es anders nützlich wäre, um so viel längeres Holz dazu zu verwenden, da sie in keine nachtheilige Berührung mit den Stöcken gerathen würden.

Wäre das Kammrad zugleich zum Eingriff in ein cylindrisches Getriebe bestimmt, und müßten die Kämme demnach auch noch abgerundet seyn, so findet sich diese Abrundung ohne Weiteres, wenn man das Kammrad, wie angegeben, liegend oder in der Vorderansicht darunter mit den nach der Mitte zulaufenden Kämmen verzeichnet und die Seitenflächen nebst Verjüngung der Kämme von oben herunter punktirt. Durch die Punktirung zeigt sich nämlich derjenige Theil, welcher von den Seitenflächen abgenommen werden muß, zu welchem man mithin nur wieder die mit α bezeichneten Mittelpunkte zu suchen hat.

Greift ein Kammrad in ein Getriebe von 9 Stöcken, und verfährt man bei Verzeichnung desselben nach Fig. 201. in vorhergehender Art, so bezeichnet der Durchschnittspunkt **o** wieder die Kammkopfslänge, und es ergibt sich solche hier schon so günstig, daß bei Bestimmung derselben auch nach der gewöhnlichen Regel verfahren werden kann, da die Kämme sonst sogar schon kürzer (als ⅔ der Theilung) ausfallen. Auch ermäßigt sich hier die Verjüngung; dagegen nimmt die Abrundung der Kämme, wie aus der darunter verzeichneten Figur ersichtlich, bei cylindrischen Getrieben in dem Grade zu, als es die größere Zahl der Stöcke des Getriebes erforderlich macht.

Greift das Kammrad in einen Drehling, und also in eine noch größere Zahl von Stöcken, so ergibt die Fig. 202. bei vorheriger Verfahrungsart, daß, wenn man hier die Sehne **ab** behufs der Kammkopfslänge zu Grunde legen wollte, letztere nur bis **o** reichen, dadurch zur Arbeit immer nur eines Kammes zwar geschickt seyn, für den besseren Eingriff aber zu kurz ausfallen würde. Es ist deshalb gerathener, die Kammkopfslänge wieder gleich der Stöckenstärke zu nehmen, die Verjüngung aber bei dem vorhergehenden Kamm zu bewirken, welches hier schon von der Angriffslinie selbst aus geschehen kann. Sie ist dabei unbedeutend, indessen für solche Räder in diesem Falle ganz angemessen. Dagegen springt hier die Abrundung der Kämme

um so mehr hervor, im Fall der Drehling wieder cylindrisch ist, was aber ebenfalls in der Ordnung, da Drehlinge, wie aus §. 45. erhellet, die stärkste Abrundung der Kämme erfordern.

2) Bei Stirnrädern, wo die Verjüngung der Kämme nach der Epicycloide erfolgen muß.

Es greife das Stirnrad z. B. wieder in ein 6stöckiges Getriebe, welches nach Fig. 203. wie früher verzeichnet ist, so bestimmt sich die Kammkopfslänge zuvörderst wieder in vorhergehender Art durch den Durchschnittspunkt o der Sehne ab. Die Länge wird hier bei gleicher Theilung auf der Angriffslinie dadurch eine größere, als bei Kammrädern, weil die Kämme hier nicht parallel, sondern divergirend auf der Stirn des Rades stehen. Wenn die geraden Seiten der Kammköpfe nun gewöhnlich in gleicher Richtung mit dem Stengel fortgehen, also auch divergirend sind, so stellt sich hier die Unmöglichkeit des Ein- und Ausschlüpfens derselben zwischen die Stöcke ohne eine bedeutende Verjüngung deutlich heraus. Um diese Verjüngung möglichst der Epicycloide ähnlich zu bewirken, muß hier nun ao zum Halbmesser für den Bogen po angenommen werden. Bezeichnet demnach der Bogen gh die Angriffslinie des Stirnrades, der hier zugleich Theilriß ist, so wird mit dem Halbmesser ao von o und p aus wieder der Durchschnittspunkt x bestimmt, der hier jedoch mit dem Theilungspunkt a zusammenfällt, und von da aus die Verjüngung bewirkt. Auch treffen auf diesen Bogen wieder die übrigen zur Verjüngung erforderlichen Punkte c und k. Diese Kämme könnten nun ebenfalls bis zu einer Spitze in den Köpfen fortgeführt werden, wenn es anders von Nutzen wäre, was jedoch nicht der Fall ist.

Greift das Stirnrad in ein Getriebe von 9 Stöcken, so stellt sich die Form der Kämme nach Fig. 204. schon günstiger heraus, und bedürfen hier die Köpfe derselben gerade die Länge einer Stöckenstärke, also der nach der gewöhnlichen Regel. Das Uebrige der Verzeichnung ist dem Vorhergehenden gleich und bedarf deshalb weiter keiner Erklärung.

In Fig. 205. greift das Stirnrad in einen Drehling. Wollte man die Kammkopfslänge hier nach der Sehne ab bestimmen, so daß immer nur ein Kamm arbeitete, so würde solche zu kurz für die Stöckenstärke ausfallen; es ist deshalb gerathener, sie wieder nach der gewöhnlichen Regel anzunehmen und die Verjüngung, wie geschehen, an dem folgenden Kamm zu bewirken, wobei unter Beobachtung des vorgeschriebenen Verfahrens, solche ebenfalls ausreichend wird.

§. 50.

Verschiedenheit der Theilung der Getriebe und großen Zahnräder, Verjüngung der Kämme bei ineinander greifenden Stirnrädern ꝛc.

Bisher ist die Theilung der Kamm- und Stirnräder, wie es gewöhnlich geschieht, mit der der Getriebe und Drehlinge immer gleich groß und so angenommen, wie es die Sehnen ab der vorhergehenden Figuren ergeben, obwohl sich eigentlich die Bogen der Räder berühren oder aufeinander fortwälzen sollen. Bei größeren Rädern, und namentlich, wenn Kamm- und Stirnräder in Drehlinge greifen, ist der Unterschied zwischen Sehne und Bogen auf der unbedeutenden Theilungsweite auch in der That zu geringe, als daß in der Praxis darauf weiter zu rücksichtigen wäre; bei kleinen Getrieben stellt sich solcher zwischen Bogen und Sehne indeß doch schon merklicher heraus, und man erhält die Getriebe nach gewöhnlicher Verfahrungsart immer um etwas gegen die treibenden Räder zu groß. Dies zu verhüten, muß nach Fig. 206. statt der Sehne, der Bogen ab des Getriebes für die Theilung des hier verzeichneten Kammrades genommen werden, und man erhält dieselbe bei Getrieben bis zu 12 Stöcken genau genug, wenn man diesen Bogen in 4 gleiche Theile theilt und diese zur Theilung für das Kammrad bestimmt. Solche vergrößert sich demnach um etwas, welches, wie aus der Figur ersichtlich, eine stärkere Verjüngung der Kämme, aber auch den noch richtigern Eingriff zur Folge hat. In Fig. 207., wo das Getriebe mit einem Stirnrade zusammengreift, stellt sich dieser Unterschied der Theilung in so fern noch merklicher heraus, als hier der Durchschnittspunkt x für den Mittelpunkt des Verjüngungshalbmessers der Kämme nicht mehr in, sondern wie bei den Kammrädern unter den Theilkreis fällt, wonach auch die übrigen Mittelpunkte auf den punktirt angegebenen concentrischen Bogen treffen.

Haben Getriebe indeß mehr als 12 Stöcke, so genügt es für den richtigeren Eingriff der treibenden Räder schon, wenn der Theilungsbogen ab in 2 Theile getheilt und die Theilung der letzteren danach bestimmt wird. Es folgt hieraus, daß, wenn größere Räder in kleine Getriebe greifen, die Theilung der ersteren entweder vergrößert, oder die der Getriebe verkleinert werden muß, wenn der richtigere Eingriff erfolgen soll. Das Vergrößern der Theilung würde nun aber seine Schwierigkeit wieder in umständlichen für die Praxis nicht

wohl geeigneten Berechnungen finden, dagegen erhält man die kleinere Theilung der Getriebe, wenn man sich auch hier noch des geometrischen Verhältnisses 22 : 7 bedient, wonach die Sehnen um so viel kürzer ausfallen, als es die Bogentheilung erforderlich macht*). Bei größeren Getrieben, deren man sich bei stärkeren Maschinen auch vorzugsweise bedient, verschwindet der Unterschied der Theilung zwischen Sehne und Bogen indeß immer mehr, und vorzüglich, wenn man sich, wie es jetzt sehr üblich, einer feinen Theilung bedient.

Greifen nach Fig. 208. Bl. VIII. Stirnräder in einander, so wird die gegenseitige verjüngte Form der Kämme hier wieder nach dem der Epicycloide sich nähernden Bogen bestimmt, wonach sie zum richtigen Eingriff geschickt werden, der hier um so erforderlicher ist, als die Kämme vor der Mittellinie nicht arbeiten dürfen, da sonst die gegen einander gehenden Fasern des Holzes sich reiben und dadurch den Gang der Maschine erschweren. Die punktirten Bogen bezeichnen die Halbmesser der Verjüngungsbogen der Kämme, aus den dahintreffenden nach vorhergehender Art zu suchenden Theilungspunkten beschrieben. [Blatt VIII.]

Der gewöhnliche Zeugarbeiter (Scharwerker), dessen Kenntnisse sich nicht weit genug erstrecken, hält den Eingriff zweier Stirnräder in einander gewöhnlich für etwas besonderes Künstliches. Der Stock eines Getriebes oder Drehlings wird indeß, wenngleich er rund ist, ebenfalls nur auf einer geringen Bogenlinie vom Kamm berührt, weshalb diese Stöcke auch nur die Abrundung nach Fig. 209. bedürfen, wobei sie, wie man zu sagen pflegt, mehr Fleisch behalten, und eine längere Dauer gewähren. Auch hier geschieht die Abrundung der Kämme und Stöcke übrigens aus den betreffenden Punkten, und stellt sich hierbei zugleich heraus, daß es auch die Kämme eines Kammrades seyn könnten, in welche das Stirnrad greift, so daß demnach Stirnräder auch in Kammräder, und selbst Kammräder in Kammräder greifen können, da Alles nur auf die richtige Form der Kämme ankommt.

Greifen nach Fig. 210. conische Räder in einander, so kann die Form der Kämme, wobei das zweite Rad aber auch mit Stöcken versehen seyn kann, nicht von den wahren Halbmessern **ac** und **bc**, sondern nur von den, durch die Normale auf den Kegelmantel sich bildenden **dc** und **ec** abgeleitet werden, welches durch die daneben verzeichneten Bogenstöcke **A** und **B** anschaulich gemacht ist. Die Punkte der Verjüngungshalbmesser werden übrigens, wie vorhergehend bestimmt.

Greift endlich ein inneres Stirnrad mit einem Getriebe oder Drehling zusammen, wobei der Kammkopf nach der Hipocycloide geformt werden muß, so ergibt sich nach Fig. 211., sowohl die Kammkopfslänge, als die Verjüngung in vorhergehender Art, indem beides sich wieder aus der Sehne **ab** entwickelt. Der Punkt **x** für den Verjüngungshalbmesser fällt hier aber, wie ersichtlich, außerhalb des Theilkreises. Dergleichen Räder, wenngleich sie im Betreff der Reibung Vorzüge vor den gewöhnlichen Stirnrädern haben würden, indem der Weg der Berührung zwischen Kamm und Stock gegen jene kürzer ist, kommen jedoch außer bei den Kränzen in holländischen Windmühlen kaum in größeren Maschinen vor.

Was die Kammbäume anbelangt, so sollten deren Kämme dem Eingange dieses Abschnitts zufolge nun zwar nach der Evolwende geformt werden; der Unterschied zwischen derselben und der Cycloide bei größeren Kammrädern ist aber bei dem erforderlichen nur so kurzen Bogenstück (wie in Fig. 198. und 199. bei **ab** Bl. VII. angegeben), so gering, daß hier die Verjüngung füglich auch nach der Cycloide geschehen kann. Dagegen findet die Evolwende bei Stampf- und anderen ähnlichen Werken, wo eine größere schiebende Bewegung vorherschend ist, Anwendung und wird über das Nähere am betreffenden Orte gehandelt werden.

So wie sich der gewöhnliche Zeugarbeiter selten nur eine gehörige Vorstellung von dem richtigen Eingriff des Räderwerks machen kann, so hält er auch die Abrundung und Verjüngung der Kämme gewöhnlich für Nebensache und findet es oft sogar lächerlich, sich, seiner Meinung nach, so viel unnütze Mühe damit zu geben; dennoch hat er gewöhnlich eine hohe Achtung für die sogenannte holländische Verschirrungsart der Räder. Die Holländer verfahren dabei aber ganz nach den vorhergehend angegebenen Regeln, und finden wir sowohl die Abrundung als Verjüngung der Kämme in ihren bereits über 100 Jahr alten vortrefflichen Werken auf's Deutlichste angegeben.

Anderweite Bemerkungen über Kämme u. s. w. werden in dem folgenden Abschnitte mit vorkommen.

*) **Ein Getriebe von 6 Stöcken und 4 Zoll Theilung würde hiernach statt des Halbmessers von 4 Zoll nur den von $3\frac{9}{11}$ Zoll erhalten, und so im Uebrigen.**

Von dem eisernen Räderwerke.

§. 51.

Einleitung. [Blatt VIII.] Bis vor noch nicht langer Zeit kam eisernes Räderwerk bei Maschinen selten vor; nur von sogenannten Großuhrmachern nnd Zeugschmieden wurde es, und zwar von Schmiedeeisen in Anwendung genommen, weil man Gußeisen damals zur Bearbeitung noch nicht wohl darzustellen wußte, und in der Bearbeitung selbst noch nicht die nöthigen Kenntnisse und Erfahrung hatte. Später hat man den großen Werth des Gußeisens mehr anerkannt, weiß es jetzt so geschmeidig darzustellen, daß es sich leicht nacharbeiten läßt, und stellt gegenwärtig nicht allein ganze Räderwerke, sondern auch selbst die Fassungen oder Gestelle derselben aus Gußeisen dar; übertreibt es freilich häufig auch damit, ohne zu bedenken, daß bei uns die Eisenpreise zu den Holzpreisen in einem ungünstigeren Verhältniß, als in England stehen, welches gewöhnlich zum Vorbild genommen wird, und vertheuert dadurch die Maschinen oft ohne Noth.

Behufs der vortheilhaften Darstellung der Gußwaaren kommt es nun vorzüglich darauf an, die größte Festigkeit unter derjenigen Form zu erreichen, bei welcher die kleinste Eisenmasse erforderlich ist, wobei die Kosten dann die geringsten werden. Gesetzt man wollte einen Balken aus Gußeisen fertigen lassen, so würde man sehr übel thun, denselben nach Fig. 212. ganz massiv zu nehmen, weil er dabei nicht allein durch sein eigenes Gewicht eher zerbrechen, sondern auch die Kosten ohne Noth vergrößern würde. Derselbe würde vielmehr nach Fig. 213. hohl gegossen werden können, wobei er nicht nur ein geringeres Gewicht, sondern zugleich auch eine für den Zweck gewiß noch hinreichende Tragfähigkeit erhält. Aber auch bei dieser Form wird der Balken noch kostspielig, und es genügt in vielen Fällen, ihn nach Fig. 214. bloß aus einer Platte bestehen zu lassen, und die Höhe nur durch eine sogenannte Rippe zu bilden, die schon die nöthige Tragfähigkeit gewähren dürfte.

Nach Eaton Hodgkinson (Pol. Journal, Jahrgang 1837, fünftes Heft) erhält ein Balken bei gleicher Masse jedoch noch mehr Stärke, wenn die Rippe (Fig. 215.) nach oben, die Platte dagegen nach unten gekehrt wird, indem erstere nach vorhergehender Figur bei starker Belastung zerrissen, hier aber zusammengedrückt und die Platte zerrissen werden müßte. Das vortheilhafteste Verhältniß der Tragfähigkeit soll hierbei dasjenige seyn, wobei die Platte beinahe 6 Mal so viel Masse als die Rippe, oder mehr als $\frac{5}{6}$ der ganzen Masse enthält. Endlich läßt sich die Platte nach Fig. 216. auch in der Mitte der Höhenrippe anbringen, welches aber bei Balken nicht die vorhergehende Festigkeit gewährt, die durch Erhöhung der Rippe und Verbreiterung der Platte nach der Ansicht A und dem Grundriß B in Fig. 217. noch vermehrt werden kann. Man wird sich bei Gußwaaren und zwar bei Rädern und anderen Gegenständen also selten massiver, sondern immer nur durch Rippen verstärkter Eisenstücke bedienen, um mit den geringsten Mitteln den Zweck zu erreichen.

Dies vorausgeschickt, soll nun zur Sache selbst übergegangen werden.

a) Wasserräder.

§. 52.

Eiserne, unterschlächtige Wasserräder. [Blatt VIII.] Handelt es sich hier nur um die Darstellung der Reifen und Verbindung derselben mit den Armen, so enthält die Fig. 218. mit den nach doppeltem Maßstabe verzeichneten Details das Nöthige darüber. Diese Figur zeigt nämlich ein 16 Fuß hohes Wasserrad, bei welchem die Felgenstücke auf den ebenfalls aus Gußeisen bestehenden Armen zusammengesetzt sind. Diese Arme haben unterhalb, wo sie in der auf der Welle befindlichen Muffe stecken, volle Eisenstärke und die Form nach der besonderen Durchschnittsfigur a (im doppelten Maße angegeben), erhalten aber von da ab nur eine Rippe nach Fig. b, deren angenommener Durchschnitt am lothrechten Arm des Rades in der Hauptfigur durch Punktirung angedeutet ist. Die Arme werden ferner am oberen Ende nach Fig. c und d mit einem Blatte versehen und durch dies Blatt mit den Felgenstücken verbunden. Die Verbindung geschieht mittelst Schraubenbolzen, entweder nach Fig. e (obere Ansicht), wo die Felgenstücke ihre ganze Stärke behalten; oder nach f, mit in die Felgen eingesenkten Blättern; oder im Fall diese Zusammenfügung im Verhältniß der zu gewältigenden Last zu schwach befunden werden sollte, nach g mit nur geringer Einsenkung. Es können die Felgenstücke, wie in der Hauptfigur 218. ebenfalls durch Punktirung ersichtlich gemacht ist, aber auch zwischen die Arme durch Ueberblattung zusammen-

gefügt werden, wie aus Fig. h näher hervorgeht, und nach Fig. e mit den Armen verbunden werden. Die Stärke des Reifens dürfte bei der angegebenen Höhe des Rades und in gewöhnlichen Fällen die von 1 Zoll, bei der Breite von 5 — 6 Zoll eben nicht überschreiten dürfen, und es ergibt sich das Verhältniß der Arme hierbei aus den vergrößerten Figuren mit.

Sollte dieses Rad mit gewöhnlichen Schaufeln versehen werden, so könnte es nach **a** (Fig. 219.) geschehen, wo die zu rechts bei **d** der Breite nach verzeichnete Schaufel mit Schlitzzapfen in besonders gebildeten und darunter in der Ansicht von oben verzeichneten Falzen liegend, mit punktirten Linien dargestellt ist. Sicherer und dem Zerspalten weniger unterworfen, würde die Schaufel in den nach **b** gebildeten hinten höheren Falzen liegen; am sichersten, und bei größerer Wassergewalt aber nach **c**, wo außer den hohen Rückfalzen auch noch Vorsprünge nach innen vorhanden sind. (S. die ebenfalls darunter verzeichnete Figur, Ansicht von oben.)

Sollte das Rad dagegen mit Stelzen (von Holz oder Eisen) versehen werden, so könnten diese ohne Weiteres nach **a** Fig. 220. an die Reifen gebolzt, oder letztere zur sicheren Aufnahme der Stelzen nach **b** mit Backen versehen werden, wie solches die darunter verzeichneten Ansichten von oben deutlich machen. Daß diese Stelzen auch gekrümmt, oder unter einem Winkel angebracht seyn können, wird beiläufig bemerkt.

Der eisernen Muffen zu den Armen ist bereits bei den hohen oberschlächtigen Rädern gedacht; sie bestehen aus einem nach den Umständen 1½ — 2, ja bei schweren Maschinen wohl bis 3 Zoll starken Ringe, von der nöthigen Breite (verschieden zu eisernen oder hölzernen Armen), welcher mit Vorsprüngen oder sogenannten Kasten zum Einsetzen der Arme versehen ist. Diese Kasten können zur größeren Verstärkung nach Fig. 95. oder 96. (Bl. IV.) mit einander verbunden seyn (wie auch hier durch Punktirung angedeutet); oder sie haben statt der Kasten bloße Scheiben, gegen welche die Arme (s. **C** Fig. 121. Bl. V.) gebolzt werden.

§. 53.

Eiserne Kropfräder und oberschlächtige Räder. [Blatt VIII.]

Als Kropfrad mit gebrochenen Schaufeln würde sich der Reifen nach Fig. 221. darstellen lassen, wo die Schaufeln in vorspringenden Falzen liegen. Schon aus Fig. 219. erhellet, daß die Wasserradsreifen durch besondere eiserne Stangen, wie daselbst bei **b** mit angegeben, zusammen gehalten werden müssen, da den Schaufeln die Schaufelkeile mangeln. Hier, bei den Kropfrädern, dürfen diese Stangen nun ebenfalls nicht fehlen; dabei können die Zapfen der Schaufeln ganz wegfallen und die Schaufeltheile in Verbindung mit einander, entweder durch Nagelung oder durch gekröpfte schwache Eisenbänder, gegen das Herausfallen gesichert werden. Dieser Stangen wegen, und um den Reifen überhaupt mehr Festigkeit und Sicherheit zu geben, werden letztere wie angedeutet, auch mit Rippen versehen, wobei sie denn auch nur der geringsten Eisenstärke bedürfen, welche hier namentlich der erforderlichen größeren Reifenbreite der Kostenersparung wegen wünschenswerth ist. Die Schaufeln können übrigens eine Breite, wie die der Felgen (bei **a**), aber auch eine größere Breite (wie bei **b**) bekommen.

Soll das Rad gekrümmte Schaufeln erhalten, die am besten nur von Eisen zu nehmen sind, so könnte die Anordnung nach Fig. 222. getroffen werden und zwar in der Art, wie bei **a**, wo die Schaufeln an den nur hinten angegossenen Vorsprung genietet oder angeschraubt, oder wie bei **b**, wo sie zwischen 2 Vorsprünge (oder in die dadurch gebildete Larve) eingeschoben werden, je nachdem man dieser oder jener Befestigung im Verhältniß zur wirkenden Kraft den Vorzug geben möchte. Würden die Schaufeln angenietet oder angeschraubt, so könnten die Querstangen zur Verbindung der beiden Reifen wegfallen, die im andern Fall nicht fehlen dürfen; auch könnte hier entweder durchweg oder nur theilweise eine Rippe zum Vortheil der übrigen Eisenstärke angeordnet werden. Eben so könnte die Schaufelbreite wieder die des Reifens oder eine größere seyn, wie in der darunter befindlichen Figur bemerkt. Es ließen sich endlich bei dieser Art von Rädern die Vorsprünge oder Backen zur Befestigung der Schaufeln auch aus Schmiedeeisen nehmen und an die gußeisernen Reifen durch Schrauben befestigen, man würde hierdurch aber nur größere Kosten verursachen, und die Haltbarkeit der Reifen vermindern, weil diese krummen Backen bei den Reifen die fehlenden Stellen der durch die Schaufeln unterbrochenen Rippen mit ersetzen.

Kann man Kropfräder als Sackräder behandeln, ihnen also einen Boden geben, so ist dies bei nur geringer Reifenbreite nach **A** und **B** Fig. 223. zu machen, wo der Boden auf die Reifen befestigt ist. Die Reifen erhalten zu diesem Behuf, wie aus der Durchschnittsfigur **B** ersichtlich, Rippen, an welche die den

Boden bildenden Bohlen durch Schraubenbolzen befestigt werden. Auf diese Bohlen werden nun gerade oder gekrümmte im Winkel gebogene Stelzen aufgeschraubt, und die hölzernen oder eisernen Schaufeln daran befestigt, wie in der Fig. **A** durch Punktirung angedeutet. Bei breiten Rädern können die Reifen auch mehr einwärts angebracht werden, d. h. so zusammenrücken, daß der Boden auf den Enden, wie bei den Strauberrädern (s. Fig. **114**. Bl. **IV**.) überragt. Die Zusammensetzung der Felgenstücken erfolgt mittelst Rippen nach Fig. **224**. und durch an der Seite angegossene Vorsprünge oder Lappen (Flanschen) am besten zwischen den Armen.

Bei oberschlächtigen Rädern, welche den Boden innerhalb der Reifen haben, wird die erforderliche Rippe nach Fig. **225**. angegossen; übrigens erhalten diese Räder wieder Lappen oder Larven zum Einschieben der Schaufeln. Sollten die Schaufeln aber gekrümmt angeordnet werden, wie in derselben Figur durch Punktirung ersichtlich gemacht, so dürften sie zweckmäßig nur von Eisen genommen und müßten die Larven danach eingerichtet werden. Daß man den Boden eines solchen, wie des vorerwähnten Sackrades ebenfalls von Eisen construiren könnte, versteht sich von selbst. Die Kosten würden hierdurch aber sehr beträchtlich werden, ohne daß eiserne Böden einen besonderen Nutzen gewähren, da hölzerne Böden, so wie dergleichen Schaufeln eine ziemlich lange Dauer haben. Wie Böden und Schaufeln, so können die Arme der Wasserräder überhaupt von Holz genommen und die Muffen dazu eingerichtet werden, indem auch hierbei die Dauer schon groß genug ist.

b) Triebräder.

§. 54.

Gerades Triebräderwerk. [Blatt VIII]

Kleine Getriebe, wie in der Ansicht **a** und im Durchschnitt **b** Fig. **226**., erhalten mitunter den vollen Guß; nur zur Welle oder Axe wird eine Oeffnung gelassen. Ist das Getriebe größer, so höhlt man die Seiten desselben nach der Durchschnittsfigur **227**. aus, um Gewicht und Kosten zu ersparen; oder man versieht das Getriebe nach **c** und **d** Fig. **228**. mit Armen, die nach der oberen oder unteren Hälfte der Ansicht **d** gestaltet seyn können. Auch bestehen kleine Getriebe wohl nur aus bloßen nach Fig. **229**. mit Lappen **a** versehenen Ringen oder Kränzen, und werden so auf hölzerne Muffen getrieben und mittelst derselben auf der eisernen Axe befestigt. Getriebe werden endlich auch als Kumme nach **b** unmittelbar auf die Wellen gebracht.

Größere Zahnräder werden nach Fig. **230**. gegossen und nach **A** oder **B** mit Muffen zu eisernen oder hölzernen Wellen versehen. Bei diesen Rädern wird das Rippen-System nun vorzüglich beachtet und sowohl bei den Ringen als bei den Armen in Anwendung gebracht. So zeigt die Nebenfigur **a** (zu links) einen geraden Ring und mit Rippen versehene Arme, Fig. **b** dagegen einen nach innen verstärkten Ring, mit dergleichen Armen, deren Rippen aus der Durchschnittsfigur **c** näher zu ersehen sind; der Durchschnitt **c** ist bei dem Arme oberhalb **M** an der durch Punktirung bezeichneten Stelle angenommen.

Aber auch der Ring des Rades wird nach der unten stehenden Fig. **d** durch Rippen verstärkt, wie zugleich in der Hauptfigur bei **M** angegeben; und so kann diese Verstärkung endlich sowohl beim Ringe, als bei den Armen auch nach Fig. **e** und **f** sich auf einer Seite befinden, wenn es die Einrichtung oder das bessere Ansehen des Rades erheischen sollte. Daß sich die Anzahl der Arme nach der Größe des Rades und der damit zu gewältigenden Last richten muß, versteht sich von selbst; es ist jedoch nicht wohl möglich, für alle Fälle Vorschriften darüber zu geben, denn unter Umständen können kleine Räder oft mehr, größere dagegen weniger Arme erhalten. Die central stehenden Arme sind übrigens die besten und am wenigsten kostspieligsten; die in Fig. **231**. gezeichneten, so wie die mit Schnörkeleien verzierten Arme dagegen zu verwerfen, weil sie die Kosten ohne Noth vermehren. Doch können Arme nach Fig. **232**. u. **233**. angewendet werden, insofern es auf eine größere Zahl der Unterstützungspunkte des Ringes ankommt. Diese Arme können ebenfalls Rippen erhalten und auch die Muffen (wie bei **M** in Fig. **230**.) durch Rippen verstärkt werden. Muß der Dauer, so wie der zu gewältigenden Last wegen, der Ring des Rades sehr breit genommen werden, so mögen die Arme in ihrer Breite, auf welche es weniger ankommt, eingezogen werden, wie aus der besonderen Durchschnittsfigur **234**. ersichtlich. Eben so kann die Muffe (nach rechts oder links dieser Figur) gestaltet seyn, je nachdem man dem Rade ein mehr oder weniger zierliches Ansehen geben will.

Noch größere Zahnräder müssen schon des Transports, aber auch des Gusses wegen aus einzelnen Stücken zusammgesetzt werden, und zeigt Fig. **235**. ein dergleichen Rad mit den Details. Die Zahnstücke sind hier zwischen den Armen mittelst Vorsprüngen oder Lappen zusammengefügt und verbolzt. Da, wo die

Arme hintreffen, sind theils zur Ersparung an Eisenmasse, theils um die Arme mit dem Rade bündig zu erhalten, kastenförmige Vorsprünge angegossen, in welche die daselbst ebenfalls kastenförmig gestalteten Arme so eingelegt und verbolzt werden, wie es die besonderen Figuren **a** und **b** angeben. Unterhalb sind die rippenförmigen Arme ebenfalls wie Kasten geformt, und daselbst mit den Kasten der Wellenmuffe verbolzt, wie die Nebenfiguren **c** und **d** zeigen. Die Muffe ist hier achteckig, und deren Breite, die sich in allen Fällen nach den Umständen richtet, aus Fig. **d** zu ersehen. Sollte der gezahnte Ring des Rades nur von geringer Breite und für eine etwa erforderliche doppelte Verbolzung der einzelnen Stücke zu schmal seyn, so können die zur Fassung der Bolzen erforderlichen Lappen auch derartig verbreitert werden, wie es die Durchschnitts-Figur des Ringes **e** (in der Muffe) ergibt. Daß die Ringstücke des Rades auch hier durch Rippen verstärkt seyn können, wird beiläufig bemerkt; und kann die Verstärkung (wie auf beiden Seiten durch Punktirung angegeben) wieder concentrisch, oder (wie im oberen Stück) auch felgenartig nach flachen Bogen oder sehnenartig angeordnet seyn.

§. 55.

Man kann Zahnräder mit eisernen Armen auch nach Fig. **236**. construiren. Hier treffen die Stöße der Radstücke auf die Arme, und werden nach **a** oder **b** mit den letzteren verbunden. Die Zähne des Rades sind als Nebensache hier nicht mit angegeben. Fortsetzung.

Größere Räder, und Räder, bei welchen man die eisernen Arme ersparen will, können nach Fig. **237**. so zusammengesetzt werden, daß über die Stöße der felgenartigen Stücke nach **a** und **b** geschmiedete Schienen gelegt und mit diesen zusammen gebolzt werden. Die Arme sind, wie aus der besondern Durchschnitts-Figur ersichtlich, aufgeschlitzt und werden die eisernen Felgenstücke ebenfalls mit Schraubenbolzen daran befestigt. Der Verfasser hat ein auf diese Art construirtes ziemlich schwaches Rad von etwa **12** Fuß Durchmesser bei einer sehr schweren Maschine gekannt, welches eine Reihe von Jahren hindurch ununterbrochene Dienste leistete. Später wurde dasselbe, weil es der Zweck des Werks erforderte, durch ein etwa **14** Fuß hohes Rad nach Fig. **238**. ersetzt, welches gleichfalls nur leicht gebaut war. Bei dem ersten Rade waren die Arme, wie die Figur zeigt, nur einfach durch die Welle gelocht; bei dem zweiten dagegen wurden sie um die Welle geschlossen, und die Felgen so eingerichtet und sowohl unter einander, als auch mit den geschlitzten Armen verbunden, wie es die Fig. **238**. und der dazu gehörige Durchschnitt ergibt. Wie bei Fig. **236**., so sind auch hier die Zähne als Nebensache nicht mit angegeben.

Aus dem Vorhergehenden geht hervor, daß eiserne Räder der Kostenersparung wegen sehr wohl mit nur hölzernen Armen versehen werden können, die nach den Umständen einfach oder doppelt zu nehmen sind. Ebenso bedarf die felgenartige Verbindung der einzelnen Zahnstücke, wie aus den Querschnitten der Arme mit ersichtlich, keiner besonderen Stärke; ein eisernes Rad kann demnach auf diese Weise billiger hergestellt werden.

§. 56.

So schwierig conische Räder von Holz anzufertigen sind, so leicht lassen sie sich von Gußeisen darstellen, sobald die Modelle dazu vorhanden, die allerdings mit großer Genauigkeit angefertigt seyn müssen. Conisches Triebräderwerk.

In Fig. **239**. ist in **A** ein dergleichen Rad, und zwar in der oberen Hälfte mit Armen und Muffe für eine eiserne, in der unteren Hälfte der Figur dagegen für eine hölzerne Welle in der Vorderansicht, und in **B** im Durchschnitt vorgestellt. Die mehr oder minder conische Form entspringt, wie früher angeführt, aus dem dazu gehörigen Rade, und ist in der Durchschnittsfigur durch Punktirung angedeutet. Der Durchmesser **ab** bis zur Angriffslinie oder dem Theilkreis ist hier der w a h r e, der **cd** bis zur Stirn des Rades dagegen der für die Ausführung erforderliche. Bei den Armen für die e i s e r n e Welle sind in Fig. **A**. die auf der hinteren Seite angeordneten Rippen durch Punktirung, und eben so ist die Verstärkung der viereckigen Muffe deutlich gemacht. In der Fig. **C** ist dasselbe Rad zur Hälfte in der Seitenansicht mit den Zähnen, zur anderen Hälfte im Durchschnitt, jedoch so dargestellt, daß sich die Rippen an der vorderen Seite, statt an der hinteren Seite der Arme wie in **B** befinden, wozu der Ring des Rades so massiv gehalten werden muß, wie bei **e** gezeigt ist, damit das Modell sich aus der Form heben läßt. Bei dieser Kranzesform kann sich die Rippe auch auf der Mitte des Arms befinden, insofern dies für angemessen erachtet werden sollte. Da ferner die Muffe zur gehörigen Befestigung auf der Welle eine angemessene Breite haben muß, so laufen

die Arme von da ab nach dem Kranze zu verjüngt aus, können aber auch schmäler und bei sehr breiten Muffen, ähnlich wie in Fig. 234. gehalten werden.

Conische Räder lassen sich, wie andere Räder, in ihren Kränzen besonders gießen, oder der Größe nach aus mehreren Stücken zusammenstellen, und mit besonderen Armen verbinden. Diese letztere werden wie bei geraden Rädern, mit der Muffe zusammen aus einem Stücke gegossen, oder es wird jeder Arm nach Fig. 235. und 236. für sich dargestellt.

Fig. 240. zeigt in den Durchschnitten **a** und **b** die Befestigung solcher Arme mit dem conischen Kranze, und zwar in **a** mit der Rippe hinterwärts, in **b** dagegen mit der Rippe nach vorn. Der Ring erhält zu diesem Behuf vorspringende Blätter, an welche die Arme gebolzt sind.

In Fig. 241. ist in **a** (im Durchschnitt) der Ring des Rades mit dem Blatte in stärkerer Art, und in **b** (Ansicht von vorn) in Verbindung mit dem hinten bis zur äußeren Peripherie reichenden rippenartigen Arm vorgestellt. Ist das Rad sehr conisch oder stark, so können die Blätter zur Anbolzung der Arme auch kastenartig, und wie aus Fig 242. **a**, **b** und **c** erhellet, letztere selbst auch ebenso gestaltet seyn. In diese kastenartigen Ansätze lassen sich übrigens bei allen Rädern auch hölzerne Arme sehr wohl einlegen und darin befestigen, insofern man die eisernen ersparen will.

Der Ring eines conischen Rades läßt sich endlich auch auf einem hölzernen Kranze befestigen, und kann, wie aus Fig. 243. ersichtlich, darauf angebolzt, oder bei sehr conischer Form (wie in Fig. 244.) aufgeschoben und sehr einfach (etwa wie bei den Getrieben nach Fig. 229. **a**) befestigt werden.

§. 57.

Eiserne Zahnstücke auf hölzernen Rädern.

Bei großen geraden Zahnrädern können Zahnstücke (d. h. einzelne Theile des Kranzes mit den angegossenen Zähnen) auf der Stirn hölzerner Kränze mittelst Schraubenbolzen befestigt werden; und zwar nach Fig. 245. **a** und **b** entweder, indem die Schraubenbolzen mit versenkten Köpfen zwischen die Zähne eingelassen, oder die Zahnstücke mit seitwärts vorspringenden Lappen versehen werden, durch welche die Schraubenbolzen gehen. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Anzahl der Schienen mit der der Felgen des hölzernen Kranzes im Verhältnisse stehe, damit kein Schraubenbolzen auf einen Stoß im Kranze treffe, denn da würde derselbe ohne Nutzen seyn.

Auch Kammräder, können mit hölzernen Kränzen versehen seyn. In diese werden die Zahnstücke entweder so eingelegt, daß sich die Bolzen nach **a** Fig. 246. zwischen den Zähnen befinden, oder die Zahnstücke sind nach **b** wieder mit Lappen versehen. Man belegt ebenso die Vorderseite gewöhnlicher Kammräder sehr vortheilhaft mit eisernen für Holzkämme durchlochten Schienen, wie aus **b** Fig. 246. mit hervorgeht, da hierbei die Wechsel nicht ausspringen können, das Rad also gleichsam in ein eisernes verwandelt wird. Bei Stirnradskränzen würde man zwar auf ähnliche Weise verfahren können, hier gewähren die Spundräder aber schon den Vortheil, daß die Theilung nicht ausspringen kann.

[Blatt IX.] Kammräder, sowohl gerade als conische, können gewissermaßen in Spundräder verwandelt und gegen das Ausspringen der Theilung gesichert werden, wenn man dabei nach Fig. 247. **A** u. **B** (Blatt **IX.**) verfährt. Hier ist die Vorderfläche zwischen den Kämmen mit Spunden ausgelegt, und das Rad dadurch gleichsam plattirt. Man leimt die Platten bei etwa ¼ Zoll Stärke auch wohl ein, und nagelt sie noch besonders mit eisernen Nägeln.

§. 58.

Abmessungen des eisernen Räderwerks.

Die Metallstärke gußeiserner Räder betreffend, so richtet sich solche nach der zu gewältigenden Last und darf bei schwachen Maschinen nur etwa ½ Zoll im Ringe betragen, aber auch bei größern Maschinen die Stärke von 1 — 1½ Zoll nicht überschreiten, da man die Ringe selbst durch Rippen verstärken kann (s. in Fig. 230. die Nebenfiguren **a**, **b**, **d**, **e**). Ebenso dürfte die Breite der Ringe in gewöhnlichen Fällen nur etwa 2 Zoll betragen; wenn jedoch von der Dauer der Zähne die des ganzen Rades mit abhängt, so gibt man den Ringen bei stets im Betrieb befindlichen Maschinen mittlerer Stärke auch die Breite von 3 — 4 Zollen, und bei größeren Maschinen auch wohl eine Breite von 6 Zollen, ja in außerordentlichen Fällen von 8 Zollen und mehr.

Die Stärke der Arme richtet sich theils nach der des Ringes, theils nach der zu gewältigenden Last, kann daher in Maßen nicht wohl angegeben werden, muß sich vielmehr nach den Umständen richten und im Gefühl des Baumeisters mit liegen; doch ist zu bemerken, daß es nicht vortheilhaft ist, ein Rad mit zu vielen

Armen zu versehen, weil es dabei außer dem Mehrgewicht zugleich weniger rund wird und dem Zerspringen mehr ausgesetzt ist. Das Eisen zieht sich beim Erkalten auf den Stellen der Arme nämlich mehr zusammen, als anderswo; der Durchmesser verkleinert sich hier demnach auch mehr als zwischen den Armen, so daß der Ring zugleich bucklig wird. Es ist deshalb gerathener, einem Rade nur eine mäßige Anzahl von Armen, und letzteren eine angemessene Stärke zu geben, wie es die Vorsicht erfordert und aus den verschiedenen Beispielen hervorgeht, wobei zu bemerken ist, daß eine Rippenstärke von ½ bis höchstens ¾ Zoll unter fast allen Umständen genügt. Es ist ferner vortheilhaft, Räder von mehr als 7 — 8 Fuß Durchmesser im Ringe lieber schon für sich gießen zu lassen und den Ring mit besonders gegossenen Armen nach den vorangegebenen Beispielen zu verbinden. Dies erfordert schon bei schweren Rädern der Transport, so wie das Einbringen der Räder in das Mühl- oder Maschinenwerk. Ob die Arme mit den Wellenmuffen zusammen oder auch für sich gegossen und nachher damit verbunden werden sollen, kann ebenfalls nur die Größe des Rades so wie der Wille des Baumeisters, mit Rücksicht auf den Transport, und der Umstand entscheiden, ob der Ring des Rades aus einem Stücke gegossen oder aus Stücken zusammengesetzt wird. Endlich hängt die Größe des Gusses auch noch von den auf den Eisengießereien zu Gebote stehenden Anstalten, als der Größe der Formen (der sogenannten Kernkasten) u. s. w. mit ab. Zuweilen werden Räder auch in 2 Hälften gegossen, und können dann auf jedem beliebigen Punkte, so auch zwischen schon vorhandenen Rädern um die Welle geschlossen werden.

Zusätze zu den Zahnrädern überhaupt.

§. 59.

I. Die Theilung betreffend.

Hölzernen Rädern gab man bisher bei der gewöhnlichen Kammkopfsbreite von 2½ — 3½ Zoll im Verhältniß der zu gewältigenden Last eine Theilung von 3 — 6 Zoll, so daß man bei leichten Maschinen die von 3 Zoll, bei mittleren, als Mahlmühlen u. s. w., eine von 4 — 5 Zoll, bei den schwersten dagegen die von 6 Zoll anwendete; sagte auch, das Rad habe eine große oder kleine, oder eine grobe oder feine Theilung. Die Erfahrung lehrt aber, daß man auch hier eben nicht über 3 bis höchstens 4 Zoll Theilung zu gehen braucht, wenn man den Kämmen eine angemessene größere Breite gibt; wozu noch kommt, daß sich bei der kleinen Theilung mehrere Kämme und Stöcke zugleich berühren. Bei der feinen Theilung wird nicht allein das, was den schwächeren Kämmen an Stärke abgeht, durch deren Zahl ersetzt, sondern der Maschine auch ein gleichförmigerer Gang verschafft. In welcher Art man die Kämme bei hölzernen Rädern verbreitern kann, ist bei den Kamm- und Stirnrädern bereits angegeben. Die Theilung. [Blatt IX.]

Noch feinere Theilungen, als die angegebenen, pflegt man nun in gewöhnlichen Fällen bei hölzernen Rädern, (außer den Bunkelrädern) nicht leicht zu führen, gibt eisernen Rädern dagegen die Theilung von nur 1½ — 2½ Zoll, geht selten über dieses Maß hinaus, bleibt bei leichten Maschinen wohl darunter, und macht die Zähne dafür im Verhältniß der zu gewältigenden Last bei mittleren Maschinen 3 — 4, bei größeren 6 — 8 Zoll breit und wohl noch breiter.

Bei sehr kleinen Getrieben verstärkt man die Zähne auch nach Fig. 248. durch seitwärts angegossene Scheiben, wodurch sie zugleich gegen das Zerspringen beim Aufkeilen auf die Axe oder Welle gesichert werden. Im Modell muß die eine Scheibe zum Abnehmen eingerichtet werden, damit das Getriebe aus der Form gehoben werden kann. Man verstärkt Getriebe aber auch durch e i n e Scheibe nach Fig. 249. schon sehr, und kann dem e i n g r e i f e n d e n Rade erforderlichen Falls die zweite Scheibe geben, wodurch auch dieses gegen das Zerspringen gesichert wird. Bei schweren Maschinen kann man größere in einander greifende Räder nach Fig. 250. in der Art verstärken, daß auf den Seiten angegossene Scheiben nahe bis zur Hälfte, oder bis zur Angriffslinie der Zähne hervorragen, wodurch letztere am Eingriff ebenfalls nicht behindert werden. Hier muß der Zahn, wie ersichtlich, auf den Seiten aber abgeschrägt seyn, und überdies ein sehr genauer Gang des Räderwerks statt finden, damit die Zähne nicht aufsetzen.

II. Holzkämme in eisernen Rädern.

Diese wendet man nicht allein an, um bei sehr raschem Gange das mögliche Abspringen der Zähne, so wie das oft sehr unangenehme Geräusch derselben zu verhüten, sondern auch um kostspielige eiserne Räder fast Holzkämme in eisernen Rädern.

für immer zu conserviren, und werden die Kränze zu diesem Behuf nach Fig. **251.** durchlöchert, müssen aber zur möglichst sicheren Befestigung der Kämme hier eine Stärke von mindestens $1\frac{1}{2}$ Zoll erhalten. Bei schwereren Maschinen wird die Stärke bis zu etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll genommen. Die Ringbreite richtet sich nach der der Kämme und muß auf den Seiten neben den Löchern bei **a** und **b** nach den Umständen etwa $\frac{3}{4}$ — $\frac{5}{4}$ Zoll betragen; bei sehr breiten Kämmen gibt man Rädern dieser Art aber auch wohl doppelte Kammlöcher, so daß der Ring das Ansehen nach Fig. **252.** bekommt und eine größere Festigkeit erhält. Die Armverbindung, mögen die Arme mit angegossen oder besonders angesetzt seyn, muß hierbei nach den Seitenansichten der Figuren **251** und **252** angeordnet seyn, damit die Kämme mit den Stengeln durchgehen und verbohrt werden können. Wenn das Verbohren sehr breiter Kämme wegen des harten Holzes derselben, selbst bei hölzernen Rädern eine schwierige Arbeit ist, so ist es besser, dergleichen Kämme nach **a** oder **b** Fig. **253.** mittelst Keilen zu befestigen, die den Anforderungen genügen und in vorkommenden Fällen zurückgeschlagen werden können. Den Kämmen gibt man übrigens entweder gerade Kammstengel nach **a** Fig. **254.**, oder des festeren Eintreibens wegen verjüngte nach **b**, und formt die Löcher in den Kränzen danach.

Wenn hölzerne Stirn- und Kammräder von grober Theilung mit eisernen Drehlingen oder Getrieben zusammengreifen sollen, so können die Zähne oder Stöcke der letzteren auch die Form nach **a** Fig. **255.** (wo sie nur die nöthige Wurzelstärke haben), die Kränze aber auch die Form nach der Durchschnitts-Figur **b** erhalten, wodurch eine Gewichtsersparung erreicht wird. Daß dergleichen Drehlinge zur noch größeren Kostenersparung auf hölzerne Muffen befestigt, oder mit dergleichen Armen versehen werden können, ist begreiflich und in den Figuren **b** und **c** mit angedeutet. Auch wird bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß es bei schweren Maschinen überhaupt vortheilhaft ist, eisernen Zähnen an der Wurzel die möglichst größte Stärke zu geben, sie also nach **a** oder **b** Fig. **256** zu formen. Die Zähne können hierbei auf ihren Seiten central (**a**), besser aber parallel (**b**) gebildet seyn, und nur bei kleinen Getrieben gibt man, vorzüglich bei grober Theilung, denselben die Form nach Fig. **248.**, damit die Zähne oder Kämme des größeren Rades mehr in den Nacken derselben greifen können. Hier werden die Zähne mitunter auch durch die bereits erwähnten seitwärts angegossenen Scheiben verstärkt.

III. Zahl, Stärke und Länge der Kämme ꝛc.

Zahl, Stärke und Länge der Kämme ꝛc.

Es kann noch die Frage entstehen, ob es vortheilhaft sei, Rädern eine gerade oder ungerade Zahl von Kämmen u. s. w. zu geben, und da hält man dafür, daß die ungerade Zahl die bessere sei, weil die Zähne beim Eingriff dann mehr unter einander wechseln. Die ungerade Zahl der Zähne ist jedoch bei ihrer genauen Austheilung, so wie wegen der übrigen Erfordernisse bei Anfertigung der Räder, so vielen Eigenheiten unterworfen, daß es gerathener bleibt, sie wenigstens bei hölzernen Rädern und da wegzulassen, wo gar keine Factoren stattfinden würden, indem auch unter Rädern bei gerader Kammzahl ein wechselnder Eingriff erfolgt, sobald die Zahl der Kämme u. s. w. des einen in die des anderen Rades dividirt, nicht gerade (ohne Rest) aufgeht. Aber auch im letzteren Fall wird sich die Theilung von selbst berichtigen, und der Gang des Räderwerks in kurzem ein vollkommener werden. Gleich große Räder könnten ohne Nachtheil sogar auch eine unrichtige Theilung führen, sobald sich immer nur ein und dieselben Zähne ꝛc. berührten, indem sie sich dabei ebenfalls berichtigen würden. Die ungerade Kammzahl führt endlich bei hölzernen Rädern (so wie bei durchlochten eisernen Kränzen mit hölzernen Kämmen) im Betreff der Arme noch Schwierigkeiten herbei, indem letztere dabei verschiedenartig zwischen und auf die Kämme treffen, so daß Hängenägel oder Bolzen wohl gar durch die Kämme mit gebohrt werden müssen.

Es ist ferner noch der Kamm- und Stöcken- oder der Zahnstärke überhaupt zu gedenken. Den Kämmen gibt man in der Regel $\frac{3}{7}$, den Stöcken dagegen $\frac{4}{7}$ der Theilung. Es versteht sich hierbei jedoch von selbst, daß auch noch der nöthige Spielraum zwischen beiden Theilen zum Ein- und Ausschlüpfen statt finden muß. Man macht die Stöcke deshalb ein wenig schwächer, als $\frac{4}{7}$, oder stößt auf der hinteren Seite derselben mit einem Hobel eine sogenannte Bahn daran, wodurch sie die Gestalt nach Fig. **257.** erhalten, und so den nöthigen Spielraum gewähren. Bei eisernen Rädern muß übrigens ein vorsichtiges Verfahren in dieser Beziehung um so mehr beobachtet werden, als hier die Zähne beim Klemmen leicht abspringen. Daß man bei eisernen Getrieben oder Drehlingen mit grober Theilung den hölzernen Kämmen der längern Dauer wegen endlich auch eine größere Stärke, als die gewöhnliche von $\frac{3}{7}$ der Theilung geben kann, wird beiläufig bemerkt; doch eignet

sich diese Verfahrungsart nur für Spundstirnräder, indem bei andern Rädern die Wechsel zu schwach werden und zu leicht ausspringen würden.

Was die Kammkopfslänge anlangt, so ist solche zwar bereits früher zu $\frac{2}{3}$ der Theilung angegeben, im §. 47. aber auch dargethan, daß sie in besonderen Fällen größer seyn muß; dennoch will man sie mitunter auch kürzer, etwa zu $\frac{1}{2}$ der Theilung, bestimmt wissen. Daß eine solche Anordnung da nicht angewendet werden kann, wo Kämme mit Stöcken zusammen greifen, ergibt die Fig. 258., nach welcher sich die Stöcke nur in der gezeichneten Art abnutzen würden, welches nach und nach, je tiefer nämlich die Kämme in die Stöcke einbohren, ein gewaltiges Drängen des Räderwerks zur Folge haben würde. Man würde also nur da, wo Kamm auf Kamm, oder Zahn auf Zahn greift, und namentlich bei möglichst gleich großen Rädern, von diesem Vorschlag Gebrauch machen können, abgesehen von einer frühzeitigern Abnutzung dieser verkürzten Kämme.

IV. Schwindmaß.

Das Gußeisen schwindet, wie bereits angeführt, beim Erkalten, und zwar durchschnittlich auf den Fuß $\frac{1}{8}$ Zoll; bei geraden Stücken aber auch wohl bis auf $\frac{1\frac{1}{2}}{8}$ oder $\frac{3}{16}$ Zoll. Greifen eiserne Räder nun ineinander, so können solche nach einerlei Maß, sei es das Schwindmaß oder nicht, angefertigt werden; greift ein hölzernes Rad dagegen mit einem eisernen zusammen, so muß das Modell zu letzterem nach dem Schwindmaß, d. i. nach einem Maßstab angefertigt werden, welcher im Fuß um $\frac{1}{8}$ Zoll größer als der übliche, dem Bau des hölzernen Rades zu Grunde gelegte ist. Zu einem Rade von 8 Fuß Durchmesser wird das Modell demnach 8 Fuß 1 Zoll, der Guß nach dem Erkalten aber dennoch nur 8 Fuß groß. Hierauf ist zu achten, damit nicht die gußeisernen Räder zu klein werden, und in diesem Falle der Maschine dadurch einen unrichtigen Gang geben, ja wohl gar verworfen werden müssen. Schwindmaß.

Man bringt das Schwindmaß aber auch da in Anwendung, wo man bei Gußwaaren nach dem Erkalten das wahre Maß zu behalten wünscht, oder aus Gründen zu erhalten suchen muß, und muß das Eine oder Andere genau bestimmt werden, im Fall man die Modelle auf den Eisengießereien oder bei Modelleuren anfertigen läßt.

V. Modelle.

Die Modelle selbst betreffend, so müssen solche nicht allein möglichst genau und sauber, sondern auch mit der nöthigen Sachkenntniß angefertigt werden, damit sie zum Abformen geschickt sind. Zu dieser Sachkenntniß gehört, daß man mit dem Formen selbst vertraut genug ist, daß man weiß was sich formen läßt, und die Modelle danach einrichtet. Im andern Fall thut man besser, die Modelle in den Werkstätten der Eisengießereien selbst anfertigen zu lassen, oder sich vorher darüber mit Sachverständigen zu berathen, damit sie nach der Vollendung nicht etwa erst Abänderungen erleiden dürfen, oder wohl gar umgearbeitet, wenn nicht ganz verworfen werden müssen. Modelle müssen nämlich häufig, und wie schon zu I. dieser Zusätze bei den Getrieben bemerkt, auch zum Ab- und Auseinandernehmen eingerichtet seyn, die Stücke wo es nöthig, demnach nur lose, etwa mit hölzernen Stöpseln oder Nägeln zusammengefügt werden; oder es werden einzelne Theile mittelst zwischengelegtem Papier zusammengeklebt, um sie nach der Bearbeitung im Ganzen wieder auseinander nehmen zu können. Modelle.

Von den Wellen und Zubehör.

a) Wellen und Zapfen.

§. 60.

Wellen werden nach den Umständen von Holz oder von Eisen genommen, und 4-, 6-, 8- und mehrkantig oder rund gearbeitet. Unter den hölzernen Wellen, von welchen hier zuerst die Rede seyn wird, erfordern nach Verhältniß die viereckigen das stärkste, die runden das schwächste Holz. Man muß erstere deshalb da nicht anwenden, wo es auf eine vorzügliche Stärke derselben ankommt; doch machen die Windmühlenwellen hiervon eine Ausnahme, die wegen der durchlochten Flügel oder Ruthen viereckig genommen werden müssen. Ausarbeitung der Wellen. [Blatt IX.]

Behufs der Bearbeitung einer Welle muß solche an beiden Enden des dazu bestimmten möglichst geraden Stück Holzes und zwar zunächst im Durchmesser lothrecht verzeichnet werden, damit eine genaue Uebereinstimmung in der Verzeichnung statt finde. Die Welle muß zuvor ferner rechtwinkelig an den Enden verschnitten seyn, womit es indeß seine Schwierigkeit hat, weil die dazu erforderlichen Mittel fehlen. Der Schnitt kann demnach nur vorläufig nach dem Augenmaß geschehen.

Ein Beispiel von einer zu bearbeitenden Welle geben die Fig. **259.**, **260.** und **261.**, und ist in der ersten derselben die bloße Verzeichnung der Welle im Sechseck, in der zweiten und dritten aber das Beschlagen derselben vorgestellt. Ist das Sechseck nämlich an den Stirnenden des Holzes übereinstimmend verzeichnet, so wird z. B. die Seite **ab** ins Loth gebracht, (was hier zwar ohnehin schon der Fall ist) und nun ein Schnurschlag darauf gethan, um die Punkte **a** und **a** mit einander zu verbinden. Dieser Schnurschlag kann im rohen Zustande des Holzes von oben gesehen nur als eine gerade Linie erscheinen, wie dies beim Beschlagen des Holzes überhaupt der Fall ist. Ist die Welle auf dieser ersten Seite beschlagen, so erhält sie das Ansehn nach Fig. **260.** und wird nun in die Lage nach Fig. **261.** gebracht, worauf der zweite Schnurschlag zwischen den Punkten **b** erfolgen und diese Seite ebenfalls lothrecht beschlagen werden kann.

Es ist einleuchtend, daß **8**- und mehreckige Wellen in ähnlicher Art verzeichnet und bearbeitet werden müssen, und bedarf es deshalb keiner weiteren Anweisung. Ebenso werden **12**- und mehreckige Wellen und aus den mehreckigen nach dem Augenmaß runde Wellen gearbeitet, wenn diese der größeren Genauigkeit wegen nicht etwa abgedreht werden müssen, was dann erst nach dem Einlegen der Zapfen geschehen kann, und wobei man sich einer Kurbel oder eines umgeschlungenen Seils, welches hin und hergezogen wird, bedient, um die Welle um ihre Zapfen oder Axe zu drehen.

Handelt es sich um den genauen rechtwinkeligen Verschnitt der Welle an den Enden, was in der Regel der Fall ist, so kann derselbe nunmehr erst, und zwar so ausgeführt werden, wie es die Fig. **162.** ergibt. Es wird nämlich ein rechtwinkeliger Haken auf einen Stift im Mittelpunkt der Stirn der Welle aufgesetzt und parallel um dieselbe herum geführt, also der Abschnitt der Stirn untersucht, nöthigen Falls berichtigt und nun die Stirn nachgeschnitten. Ergäbe sich hierbei nach wiederholtem Aufreißen der Welle auf der berichtigten Stirn etwa eine merkliche Abweichung von der ersten Bearbeitung derselben, so würde dies eine Nacharbeitung zur Folge haben, die indeß nicht leicht vorkommen wird, da man mit Zuhülfenahme des Winkelmaßes die Welle auch zum ersten Male schon ziemlich genau verschneiden kann.

Soll die Welle mit durchgesteckten Armen versehen werden, so geschieht die Verzeichnung der Löcher dazu ebenfalls mittelst des vorberegten Winkelhakens, wie aus der betreffenden Figur mit zu entnehmen ist.

§. 61.

Die verschiedenen gewöhnlichen Zapfen für liegende Wellen.

Ist die Welle rein gearbeitet, so kann zum Einlegen der Zapfen geschritten werden. Man hat nun verschiedene Zapfen, je nach der mehr oder minderen Wichtigkeit des Rades, der Schwere oder der Belastung der Welle. Die einfachsten Zapfen sind die sogenannten Spitzzapfen, die nach Fig. **263.** mit Ausschluß des runden Theils der Walze, viereckig gearbeitet sind, nach dem Ende spitz zulaufen, und damit sie sich nicht herausziehen können, auch wohl mit Widerhaken aufgehauen sind, wie es die Figur zeigt. Ein Hakzapfen hat die Gestalt nach Fig. **264.** und ist nur in der Walze rund, sonst aber viereckig. Der Haken wird zuweilen auch doppelt genommen, was jedoch eben nicht nöthig ist. Der Blattzapfen (Fig. **265.**) endlich kann im Großen nur gegossen billig und genau genug dargestellt werden, während die vorhergehenden Zapfen gewöhnlich geschmiedet sind. Die Walze läuft hier entweder ganz wie ein Spitzzapfen (wie durch Punktirung bemerkt) oder beinahe wie ein solcher Zapfen aus; auch erhält das Blatt am hinteren Ende wohl die gleichfalls durch Punktirung angedeutete Form, wobei der Zapfen also auf den Grad eingeschoben wird, was indeß von keinem erheblichen Nutzen ist. Der Vortheil des Blattzapfens wird durch den Kreuzblattzapfen, bei welchem das Blatt nach Fig. **266.** doppelt ist, überwogen.

§. 62.

Befestigung der vorgenannten und noch anderer Zapfen.

Die Enden der Wellen werden im Bereiche der Zapfen abgeschrägt, mit **1**, **2** bis **3** Ringen gebunden und der Hals genannt. Das Einlegen der Spitzzapfen geschieht nun in der Art, daß mit einem dazu passenden Spitzbohr ein rundes Loch in die Welle gebohrt und der Zapfen mit Gewalt eingeschlagen wird;

der Ring, oder die Ringe müssen demnach schon vorher aufgetrieben seyn, damit die Welle beim Einschlagen des Zapfens nicht aufspalte.

Soll ein Hakzapfen eingelegt werden, dessen Hakenlänge sich übrigens nach der Stärke der Welle richten muß und solche mindestens nicht überschreiten darf, so zeigt der Durchschnitt und die Vorderansicht der Fig. 267., daß das Stück a des Halses in der Zapfenstärke zuvor ausgestemmt, die andre Seite desselben, wegen des Hakens durchbohrt oder ebenfalls ausgestemmt und die Lücke a nach der Einlegung des Zapfens von dieser Seite durch einen besonderen Spund wieder geschlossen werden muß. Ueber diesen werden nun die Ringe mit weggetrieben, und der Hals der Welle dadurch vollständig. Ein solcher Zapfen kann sich nun zwar nicht herausziehen, erfordert aber auch ein sehr genaues Einlegen, bei welchem es jedoch selten ohne besonders beizusetzende Keile abgeht, die jedoch nicht mitten in das Hirnholz der Welle, wie es gewöhnlich geschieht, eingeschlagen, sondern um die letztere zu schonen, unmittelbar neben dem Zapfen gesetzt werden müssen, wie in Fig. 267. durch Punktirung angedeutet.

Daß, um einen einfachen Blattzapfen oder um einen Kreuzblattzapfen einzulegen, der Hals der Welle nach Fig. 266. einfach oder doppelt in der Blattstärke des Zapfens ausgestemmt, oder besser ausgeschnitten werden muß, ist nach dem Vorhergehenden einleuchtend, und wird deshalb nur noch bemerkt, daß die Welle im Mittelpunkte wegen der größeren Stärke der sich spitz verlaufenden Walze zuvor ausgebohrt werden muß. Hierzu wird gewöhnlich zwar nur ein Hohlmeißel, d. i. ein halbrunder Meißel angewendet, bei welchem das Holz wegen der Verjüngung aber sehr zersplittert, so daß man bei diesem Verfahren mehr auf den guten Anschluß des Blattes an das Holz sehen muß. Hier können die Ringe ebenfalls erst nach dem Einlegen des Zapfens aufgetrieben werden. Der Hals muß so an das Blatt anschließen, daß der Zapfen ohne Weiteres die hinreichende Festigkeit hat, was gewöhnlich nicht der Fall ist, weshalb auch hier wieder Keile angewendet werden. Damit ferner der Zapfen sich nicht herausziehen könne, ist es zweckmäßig, bei Blattzapfen das eine, bei Kreuzblattzapfen die beiden Blätter am hinteren Ende ein wenig stärker als am vorderen Ende anzuordnen, weil dann der Hals beim Umbinden der Ringe sich um so fester schließt. Der Verfasser hat sich bei seinen Ausführungen größtentheils der sicherern Kreuzblattzapfen bedient, und bei obigem Verfahren ohne Beihülfe von Keilen immer einen hinreichend festen Anschluß erhalten, und wurde dieser Anschluß um so besser, wenn die Wellen des Zusammenziehens wegen, auch noch über den Bereich des Halses hinaus etwas aufgeschnitten werden konnten. Daß die Breite der Zapfenblätter sich nach der Stärke der Welle richten muß, und diese nicht überschreiten darf, versteht sich von selbst; doch können schmälere Blätter durch aufgelegte Federn, d. i. besondere Schienen, auch für stärkere Wellen brauchbar gemacht werden. Die Ringe sind jedesmal vor dem Auftreiben stark zu erhitzen; einmal deswegen, damit sie nicht leicht zerspringen, dann aber auch, damit sie sich erweitern und nach dem Zusammenziehen beim Erkalten um so schärfer binden. Daß der hinterste Ring zuerst aufgetrieben werden muß, versteht sich von selbst; der folgende, wenn deren mehr als zwei sind, muß sich aber nicht, wie in Fig. 267. durch Punktirung mit angegeben, bis nahe an den hintersten Ring treiben lassen, weil er da ziemlich nutzlos sein würde, sondern schon nahe bei dem vorderen Ringe stehen bleiben, um diesem bei der zu tragenden Last, so wie bei der nöthigen Festigkeit und Sicherheit mehr zu Hülfe zu kommen. Auch müssen die Ringe gestürzt, d. h. um so viel conisch gearbeitet werden, als es die Schräge des Halses der Welle oder des Zapfenblattes erforderlich macht, weil sich die Ringe sonst nicht treiben lassen, sondern bald in das Holz einschneiden und feststehen würden; und ebenso ist es vortheilhaft die innere Kante nach der größeren Weite zu, noch abzuschrägen, damit der Ring unter allen Umständen beim Auftreiben kleine Nebenhindernisse überwindet.

Handelt es sich um die größte Festigkeit des Zapfens bei einer schweren Welle und kann man gegossene Kreuzblattzapfen nicht haben, so läßt sich erstere auch durch einen armirten geschmiedeten Hakzapfen erreichen, welcher nun Krückzapfen heißt und in Fig. 268. im Durchschnitt und in der Vorderansicht dargestellt ist. Es ist nämlich ein hinreichend starker Hakzapfen von 4 Seiten mit sogenannten Krücken a umgeben, über welche die Ringe hinweggehen, und unter welchen noch außer den vorderen Krücken, Stäbe b befindlich sind, die den Zapfen von vier Seiten treffen, und das Loswerden und Ausweichen desselben verhindern. Dieser Zapfen wird, wie gewöhnlich in den Hals der Welle eingelegt und letzterer behufs Einsetzung der Stäbe b auf den dahintreffenden Stellen durchbohrt. Daß Stäbe und Ringe hierbei genau passen und auf eine und dieselbe Stelle treffen müssen, wenn der Zapfen die nöthige Festigkeit erhalten soll, versteht sich von selbst,

und muß solcher zu dem Behuf vor der Befestigung auf der Welle zusammengestellt und genau passend eingerichtet werden. Wegen der Kostspieligkeit dieser Zapfen wird man sie übrigens ohne Noth nicht anwenden, doch bleiben sie eine Aushülfe für vorkommende Fälle. In c und d sind die Krücken noch besonders dargestellt.

Man nimmt auch kleine Kreuzblattzapfen mit gleich daran gegossenen Ringen (s. Fig. 269.) in Gebrauch, die indessen nur bei leichten Wellen Anwendung finden können, dagegen kann man den Zapfen in Fällen, wo er wegen Mangels an Raum nicht in die Welle eindringen darf, auch anschrauben, wie aus Fig. 270. a, b und c hervorgeht. Hier befindet sich auf der Welle (nach b) ein gegossener Ring mit durchbohrten Lappen, an welche der mit einer dazu passenden Platte versehene Zapfen angeschraubt wird. In der unteren Hälfte der Fig. c ist zugleich angedeutet, daß diese Platte zur Ersparung an Eisenmasse auch eine andere Form haben kann. Soll ein solcher Zapfen für schwere Wellen gebraucht werden, so wird für den auf die Welle aufgetriebenen Ring noch die in a und b durch Punktirung mit angegebene Verankerung erforderlich, damit der Ring nicht lose werden, und sich abstreifen könne. Außerdem müssen an der Vorderfläche des Ringes Einschnitte vorhanden seyn (s. Fig. b), damit die Haken der Anker nicht vortreten und der Anbolzung des Scheibenzapfens hinderlich sind.

§. 63.

Zapfen für stehende Wellen und durchgehende Zapfen.

Zapfen stehender Wellen können gleich den vorhergehenden gestaltet seyn, sind die Wellen jedoch von bedeutendem Gewicht, und bewegen sie sich mit größerer Geschwindigkeit, so müssen die Zapfen verstählt seyn und in metallnen Lagern gehen, von welchen weiterhin die Rede seyn wird.

Die Zapfen erhalten hierbei die Form nach Fig. 271., ähnlich den Spitzzapfen, die, da hier die Last der Welle darauf ruht, nicht leicht lose werden, sondern bei zu schlanker Form sich eher in das Holz eindrücken. Hak- und Blattzapfen können nun zwar ebenfalls Anwendung finden, da man bisher jedoch kein Mittel kannte, die Zapfen, ohne sie aus der Welle zu nehmen, neu zu verstählen, so bediente man sich lieber der, mittelst Federn von außen befestigten *Kronzapfen* nach Fig. 272., die man, um sie zu verstählen, von der Welle losnehmen und wieder ansetzen konnte. Jetzt bedient man sich bei besserer Einrichtung besonderer Stahlspitzen, welche in jeden Zapfen eingesetzt werden können. Am vortheilhaftesten sind die gegossenen Blattzapfen, welche bei hinreichender Stärke nach Fig. 273. ausgebohrt und zum etwaigen besonderen Feststellen der Stahlspitze mit einer kleinen zur Seite angebrachten Flügelschraube versehen werden können. Auch können hier die Zapfen angeschraubt werden, und zwar in bereits beschriebener Art, oder noch einfacher nach Fig. 274. in Form einer Muffe, die durch Holzschrauben befestigt wird. Endlich können *kurze* (besonders liegende) Wellen auch durchgehende Zapfen nach Fig. 275. erhalten, die hier am wohlfeilsten seyn können, weil die behufs Einlegung des Zapfens zuvor aufgetrennte Welle schon durch das darauf zu befestigende Rad zusammengehalten wird, also an jedem Ende nur eines, höchstens zweier Ringe bedarf.

§. 64.

Eiserne Wellen.

Eiserne Wellen werden in verschiedener Form, als rund, viereckig, achteckig (s. Fig. 276. a, b, c) und, wenn sie gegossen (nach d) auch hohl in Anwendung gebracht, je nachdem dies die Umstände erfordern oder der Baumeister (Bauherr) will. Runde und viereckige Wellen, wenn sie gegossen werden sollen, verstärkt man auch wohl durch Rippen nach e und f Fig. 277.; oder man gibt der gerippten Welle die Form nach m oder n der Fig. 278. In Betreff hohler Wellen ist zu bemerken, daß nach Buchanan eine 5 Zoll im äußeren und 4 Zoll im inneren Durchmesser haltende, demnach ½ Zoll starke gußeiserne Welle mit einer vollgegossenen 3 Zoll im Durchmesser haltenden, gleich viel Masse, aber noch einmal so viel Haltbarkeit als die letztere hat. Man wird sich also möglichst der hohlgegossenen Wellen bedienen.

Die Zapfen an geschmiedeten eisernen Wellen, oder die Enden dieser Wellen, bedürfen nur der genauen Nacharbeitung, und werden daher am besten abgedreht. Auch an vollgegossenen *schwachen* gußeisernen Wellen können die beiden Enden derselben gleich die Zapfen mit bilden; ist die Welle dagegen hohl gegossen, so müssen die Zapfen (gegossen oder geschmiedet) nach Fig. 279. besonders eingesetzt werden, wobei der Zapfen bloß fest eingetrieben oder nach den Umständen zugleich angebolzt seyn kann. Hat die Welle dagegen eine *größere Stärke*, so wird der Zapfen nach Fig. 280. eingesetzt, was zur Ersparung an Eisenmasse aber auch nach Fig. 281. geschehen kann, wo der in die Welle gehende Theil hohl ist. In Fig. 280. ist die

Welle zugleich mit einem Rundstab **a**, oder einem besonders umgelegten geschmiedeten Ring **b** versehen, um sie gegen das Zerspringen sowohl beim Eintreiben des Zapfens als nachher bei der zu tragenden Last u. s. w. zu schützen.

Die §. 27. unter f beregte gußeiserne Welle bei der Actien=Mühle hier, ist ebenfalls hohl gegossen, hat am äußeren Ende einen eingetriebenen Zapfen mit darübergelegtem schmiedeeisernen Ring, am andern Ende aber aus dem Grunde ihre ganze Stärke zum Zapfen behalten, weil sich neben demselben gleich ein großes gußeisernes Triebrad befindet, und ist die angegebene Stärke dieser Welle (an den Enden von **8** Zoll, in der Mitte von **10** Zoll, bei der Aushöhlung von **2** Zoll lichtem Durchmesser) genügend.

Endlich pflegt man den Zapfen auch an die hohle nach **a** oder **b** Fig. **282.** gestaltete Welle anzuschrauben, und um so lieber, weil der dazu erforderliche, hier gleich mit angegossene Rand nicht nachgeben kann und der Zapfen zugleich in die Welle mit eingreift. Daß außer der Walze auch derjenige Theil der Zapfen, welcher in die Welle kommt, abgedreht, so wie, daß die hohle Welle auf dieser Stelle auch innerhalb abgedreht werden muß, versteht sich von selbst, indem sonst kein genauer Anschluß dieser Theile an einander erfolgen könnte. Eben so nöthig ist es, die Welle auf der Stelle der Zapfen zuvor stark zu erwärmen, damit sie sich ausdehne, nach dem Eintreiben des Zapfens wieder zusammenziehe, und auf diese Weise einen um so festeren Anschluß bewirke.

Die Stärke der Zapfen pflegt man im Guß und bei gewöhnlichen Mühlwerken von etwa **2½ — 4** Zoll zu nehmen, so daß bei leichten Werken die schwächeren, bei schweren die stärkeren Zapfen in Anwendung kommen. Geschmiedet können sie zwar noch schwächer seyn, doch ist in jeder Hinsicht auf die Abnutzung mit zu zählen, und müssen die Walzen deshalb lieber stärker, als schwächer seyn. Daß die Zapfenstärke bei ganz leichten Maschinen auch geringer, bei schweren Wellen aber auch noch größer zu nehmen ist, versteht sich von selbst. Die Länge der Blätter u. s. w. ist in gewöhnlichen Fällen etwa von **12 — 18 =**, die Stärke von ¾ — 5/4 Zoll.

Ob man hölzerne oder eiserne Wellen in Anwendung nehmen soll, wird in besonderen Fällen zwar von der Maschine mit bedingt, hängt in vielen Fällen aber auch von dem Willen des Baumeisters ꝛc. mit ab, da hölzerne Wellen bei hinreichender Stärke ebenfalls ihre Schuldigkeit thun. In England hält man es vorzugsweise mit den eisernen Wellen; bei uns stehen die Kosten dieser gegen hölzerne aber viel zu hoch, als daß man letzteren im Allgemeinen nicht den Vorzug geben sollte. Nach Buchanan hat eine gußeiserne Welle von **5** Zoll Stärke mit einer eichenen von **8** Zoll, oder tannenen von **9** Zoll Durchmesser gleiche Festigkeit, die sich aber wohl noch höher stellen möchte. Wellen von Holz können endlich, obwohl sie nur auf den Zapfen an den Enden aufliegen, ohne Gefahr schon eine bedeutende Länge erhalten, wogegen gußeiserne aus Vorsicht öfter unterstützt werden müssen.

b) Befestigung der Räder auf den Wellen.

§. 65.

Verschiedene Arten der Befestigung. [Blatt IX.]

Wie bereits bei den Wasserrädern erwähnt, werden Räder bald mit durchlochten, bald mit Jocharmen, aber auch mit Muffen versehen.

Was zunächst die Räder auf stehenden Wellen anlangt, so ist bei durchlochten Armen weiter nichts zu bemerken, als was §. **13.** bereits darüber angeführt worden. Bei Jocharmen jedoch kommt es darauf mit an, solche gegen das Herunterfallen zu sichern. Hierzu bedient man sich nach **a** Fig. **283.** unter den Armen der an die Welle genagelten Knaggen, oder nach **b** der darunter angebrachten kurzen Arme, die durch die Welle gelocht, oder bei größerer Stärke der Welle auch nur eingezapft zu werden pflegen. Wie nun ein solches Schloß der Arme auf der Welle selbst befestigt werden müsse, ist bei den Wasserrädern zwar schon angeführt, es ist jedoch noch Folgendes, sowohl für stehende als für liegende Wellen dabei zu bemerken:

1) müssen der Keile nicht mehr, als in Fig. **284.** angegeben, und diese auf den Ecken der Welle in Anwendung kommen, weil das Schloß beim Antreiben mittlerer Keile sich biegen und in den Seitenkeilen wieder lose werden würde. Würde ferner das Antreiben wiederholt, so ist ein übermäßiges Spannen des Schlosses die Folge, und ein Ausspringen der Versatzungen zu befürchten;

2) müssen die Keile nicht von jedem beliebigen Stück Holz gemacht, nicht nach dem Augenmaß zugehauen und nach **a** Fig. **285.** zwischen die Welle und die Arme eingetrieben werden, weil dabei

kein regelmäßiger Anschluß erfolgt; es muß vielmehr ein hinreichend starkes Stück Holz nach der Diagonale aufgeschnitten und aus diesem die Keile gebildet werden, um den regelmäßigen Anschluß derselben nach **b** zu erhalten, bei welchem lediglich nur die sichere Befestigung des Rades erfolgen kann. Eiserne Muffen, sie seien vier- und mehreckig oder rund, werden dagegen auf der Welle ganz ausgefuttert (s. Fig. **95.** und **96.**), also Keil an Keil gesetzt, weil hier an ein Ausbiegen nicht zu denken ist, die Festigkeit dadurch aber nur gewinnt; doch müssen auch hier die Keile regelmäßig angefertigt werden, damit wieder ein genauer Anschluß erfolgt. Daß beim Ankeilen der Räder auf die Wellen zugleich auf die nöthige Ober- und Seitenlehre, d. h. darauf zu sehen ist, daß solche sowohl concentrisch (im Zirkel), als in einer auf der Axe lothrechten Ebene sich bewegen, versteht sich von selbst, da anders kein richtiger Eingriff der Räder in einander erfolgen kann.

Auf eisernen Wellen, wenn sie nicht von besonderer Stärke sind, können nur eiserne Muffen, und zwar nach **a** oder **b** Fig. **286.**, der Stärke der Welle gemäß, befestigt werden, wobei die Eisenkeile und die dazu gehörigen Nuthen behufs der regelmäßigen Form, damit auch hier der genaue Anschluß erfolge, gefeilt werden müssen. Auf runden eisernen Wellen können die Muffen nach **a** Fig. **287.** mittelst eines abgedrehten von vorn eingebohrten, die Welle mittreffenden Bolzens befestigt werden. Die Befestigung kann aber auch nach **b** mittelst eines eingeschobenen Stabes geschehen; oder es wird die Muffe nach **c** durch **2** Bolzen oder Stäbe befestigt, wenn es die zu gewältigende Last erfordern sollte, wobei noch bemerkt wird, daß die Stäbe (auch Federn genannt) die meiste Sicherheit gewähren. Diese Befestigungsarten mittelst Bolzen oder Stäben sind aber nur da leicht anzubringen, wo sich die Räder an den Enden der Wellen befinden; ist dies nicht der Fall, so muß man der Welle am betreffenden Orte eine Verstärkung nach Fig. **288.** geben, und bewirkt nun die Befestigung am besten mittelst Stäbe. Sehr bequem lassen sich Muffen aber auch mittelst Bolzen, welche in durch die Muffe und Welle gebohrte Löcher gesteckt werden, nach derselben Figur befestigen, wenn die Muffe nöthigen Falls auf einer oder beiden Seiten dazu hinreichend verlängert wird; doch kann diese Befestigung nur bei schwächeren Maschinen Anwendung finden, weil ein einzelner Bolzen leicht abbricht (abgeschnitten wird). Endlich versieht man eiserne Wellen behufs des Aufbringens hölzerner Schloßarme oder größerer Muffen auf den betreffenden Stellen auch wohl mit größeren Würfeln oder Scheiben. Räder, vorzüglich auf hölzernen Wellen, müssen so viel als möglich auch an den Enden der Wellen angeordnet werden, damit der Gang derselben ein möglichst ruhiger bleibe, was beim Fibriren längerer Wellen im andern Fall nicht zu erwarten ist. Ist der Zapfen dazu eingerichtet, so kann die Befestigung der Muffe auch unmittelbar darauf geschehen; und dies ist unerläßlich, wenn das Rad außerhalb des Lagers der Zapfen angebracht werden soll, was die Anordnung öfters erfordert. Unter allen Umständen ist übrigens die Befestigung der Muffen auf runden Wellen, Scheiben u. s. w., sobald die Werkstätten mit den, zum genauen Ausbohren der Muffen erforderlichen Vorrichtungen versehen sind, die beste, weil die Räder dabei gleich in der Lehre sind, und nicht erst durch vieles Keilen dahin gebracht werden dürfen. Sehr lange Wellen lassen sich durch Rollen unterstützen, und zwar nach **a**, **b** oder **c** Fig. **289.**; ja man hängt Wellen nach Fig. **290.** unter Umständen wohl gar in Riemen auf. Perronet hat sich dieses Mittels bei dem Brückenbau zu Neuilly bedient, wo er mit seinen Schöpfmaschinen von einem Brückenpfeiler zum andern ging und dabei mehrere mit einander verbundene Wellen anwendete.

§. 66.

Verstärkung der Wellen.

Durch Rollen können längere Wellen gegen das Schwanken oder Fibriren nun zwar gesichert werden, doch lassen sich jene nicht an allen Orten anbringen, und eben so machen die Umstände öfters auch eine mehr als gewöhnliche Wellenstärke zur Bewegung oder Tragung der damit verbundenen oder darauf ruhenden Last erforderlich. In diesem Falle muß man zur Aufsattelung behufs Verstärkung der Wellen schreiten. Fig. **291.** in **A** und **B** zeigt eine viereckige Welle, die auf den Seiten durch Sattelhölzer verstärkt ist, welche mit dem Hauptstück nicht allein verbolzt, sondern auch verdübelt sind. Die Verdübelung kann nach **a** auf gewöhnliche Art, aber auch nach **b** mittelst starker hölzerner durchgehender Nägel geschehen, wobei sie um so inniger wird und unter Umständen die eisernen Bolzen entbehrlich macht. Eine andere Art der Aufsattelung ist die nach Fig. **292.** in der ganzen Stärke der Hauptwelle, und zwar mittelst einfacher breiter Hölzer auf jeder Seite der Welle, oder mit je zwei neben einander liegenden Hölzern, die übrigens nicht allein in vorhergehender

Art mit dem Hauptstück, sondern, wenn sie doppelt, auch unter sich noch verdübelt sind. Im ganzen Umfange werden die Wellen ferner nach **a** Fig. **293.** auf die eine oder andere Art verstärkt, und nach **b** aus 4 Stücken angefertigt, die vortheilhaft mit einander verzahnt werden. Dergleichen Wellen pflegt man aber auch mit eisernen Jochen zu binden, wie am betreffenden Orte später gezeigt werden wird.

Runde Wellen zu Hammer- oder Stampfwerken verstärkt man durch Auffattelung nach **a** und **b** Fig. **294.**, wobei die Stücke durch eine tüchtige Nagelung und zugleich durch Verzahnung unter einander verbunden werden. Eine verhältnißmäßige Zahl von Ringen (einfache aber, oder Schloßringe) dürfen hierbei nicht fehlen; oder man setzt solche Wellen nach Fig. **295.** zusammen, wobei die Stücke die punktirt angegebene Verbolzung erhalten und mit Ringen gebunden werden. Beiläufig ist hier zu erwähnen, daß man hölzerne Wellen durch stärkere oder wiederholte Auffattelung, so wie durch Zusammensetzung mehrerer Stücke fast zu jeder Stärke bringen und folglich zu jeder Kraftleistung tüchtig machen kann. Hohl, und dabei eckig oder rund, werden Wellen nach Fig. **296.** construirt.

Da dergleichen Wellen erst an Ort und Stelle zusammengesetzt werden dürfen, so lassen sie sich in einzelnen Stücken bequem transportiren. Sehr starke eiserne Wellen setzt man auch wohl aus mehreren Stücken zusammen, wobei sie innerhalb hohl bleiben, aber auch sehr kostspielig werden, weil die einzelnen Stücke mit einander verbolzt werden müssen.

c. Kuppelungen.

§. 67.

Wenngleich Wellen durch Rippen, Auffattelung und dergleichen fast jede beliebige Stärke erhalten und dadurch zugleich auch für größere Längen brauchbar gemacht werden können, so greift man wegen der Kostspieligkeit doch nur in besonderen Fällen zu diesem Mittel, verbindet vielmehr, wo sie in beträchtlicher Länge fortgeführt werden müssen, wie namentlich in Fabriken und mechanischen Werkstätten, lieber mehrere Wellen durch ihre Zapfen mit einander, wodurch die sogenannte Kuppelung entsteht, wobei die Wellen von Holz oder von Eisen seyn können. **Beschreibung verschiedener Kuppelungen, Kunstkreuz. [Blatt IX.]**

Die Kuppelungen werden nun nach den Umständen schwächer oder stärker und auf sehr verschiedene Weise angeordnet. Nach **a** Fig. **297.** ist eine Muffe über die beiden Enden der Welle geschoben und diese Muffe nach **b** durch einen Bolzen gegen das Abschieben gesichert. Die Welle oder der Zapfen kann hierbei nach **c** auch länglich, oder nach **d** rund seyn, bedarf im letzteren Falle nach den Umständen aber auch wieder einer stärkeren Befestigung durch mehrere Bolzen, die zugleich der drehenden Bewegung widerstehen und so stark seyn müssen, daß sie nicht abbrechen oder durchschnitten werden. Eine gute Kuppelung ist ferner, wenn die Localität dazu paßt, nach Fig. **298.** mittelst gekröpfter zusammengeschraubter, die Zapfen umfassender Bänder zu erreichen; aber auch nach Fig. **299.**, wo die verstärkten Zapfen oder Enden der Wellen in einander greifen und sich so die Bewegung mittheilen. Eine ähnliche Mittheilung der Bewegung erfolgt nach Fig. **300.** durch Uebereinandergreifen der Verstärkungen oder Klauen, oder auch dadurch, daß die eine Welle (s. Fig. **301.**) einen Arm nach **a**, die andere dagegen einen solchen nach **b** mit einem Dorn hat, wobei sich's gleich bleibt, welcher Theil der treibende ist. Diese Arme können angeschmiedet oder angegossen, oder auch besonders aufgeschoben seyn. Eine andere Art von Kuppelung ist die, daß man Scheiben nach **a** oder **b** Fig. **302.** mit einer Verzahnung in einander greifen läßt. Ist die Anordnung nach **b** getroffen, so muß auf die Richtung der Umdrehung geachtet werden.

Es ist nicht schwer, noch mehrere dergleichen Kuppelungen anzuführen, z. B. mit durchbohrten Scheiben, welche durch Arme, Dorne oder Bolzen mit einander verbunden sind, u. dgl. m. Befinden sich an den Enden der zu kuppelnden Wellen aber Zahnräder, oder Riem- und dgl. Scheiben, so läßt sich die Kuppelung dadurch gleich mit bewirken, daß die Scheiben oder Zahnräder nach einer der vorhergehenden Arten die geeignete Einrichtung zur Verbindung mit einander erhalten. Ferner bedient man sich bei Anordnungen, wo es auf große Genauigkeit ankommt, oder wo die Wellen nicht genau in einer Axe liegen, oder wo es sonst bequem erscheint, auch noch der Verbindung nach Fig. **303.** durch ein Gelenkstück, und zwar mit dem Vortheile, daß dabei kein Klemmen oder sonst eine unrichtige Bewegung statt finden kann. Da es übrigens unter allen Umständen und bei der größten Genauigkeit kaum möglich ist, lang fortgehende Wellen wirklich in eine mathe-

matisch genaue Axe zu bringen, so erscheint es gerathener, den Kuppelungen lieber einigen Spielraum zu lassen, damit nicht einzelne Theile derselben oder die Zapfen zerbrechen.

Auch unter Winkeln zusammentreffende Wellen können gekuppelt werden, wenn der Winkel nicht über **30 — 40** Grad beträgt und es auf keine absolute Genauigkeit in der Bewegung ankommt, die wegen der Abweichung der Wellen von der geraden Linie nicht statt finden kann. Man bedient sich dabei des sogenannten Universalgelenks nach Fig. **304.**, welches die Eigenschaft hat, sich um seine **4** Zapfen, wie um einen Mittelpunkt zu bewegen. Die Anfertigung dieses Gelenks, welches übrigens keine neue Erfindung, sondern schon in früherer Zeit von Mechanikern und Uhrmachern bei astronomischen Instrumenten und Thurmuhren in Anwendung genommen ist, kann aber nicht immer so einfach seyn, wie in dieser bloß anschaulichen Figur angegeben, sondern muß bei größeren Maschinen an den Enden Gabeln erhalten, die nach Fig. **305.** gestaltet und mit Zapfenlagern versehen sind, damit die Zapfen eingebracht und im festen Anschluß erhalten werden können. Der Verfasser hat sich der Einrichtung nach Fig. **306. a** und **b** mit Vortheil bedient, wo statt des Zapfenkreuzes eine schwache nur auf **4** Stellen verstärkte Scheibe angewendet ist (wofür sich übrigens auch ein Kreuz oder eine Kugel nehmen läßt), in welche Stellen die Gabelenden mittelst zugespißter Schraubenbolzen eingreifen. Bei noch schwächeren Maschinen wird man die Gabelenden ohne Weiteres durch die Scheibe selbst stecken können.

Daß es nicht nothwendig ist, gekuppelten Wellen immer doppelte Zapfenlager nach Fig. **301.** und **302.** zu geben, vielmehr auch einfache Lager genügen, wo die Kuppelungen, wie in Fig. **300.** und **306.**, ohnehin schon fest genug in einander greifen, und wo das eine Lager im Stande ist, das Gewicht der andern Welle mit zu tragen, wird hier beiläufig bemerkt. Die Wellen werden bei einem Auflager dann auch weniger Zwang erleiden, wenn sie nicht genau in einer Axe liegen sollten.

Kuppelungen stehender Wellen werden in gleicher Art ausgeführt, wie die bei liegenden Wellen. Was sonst hierbei noch zu bemerken ist, wird am betreffenden Orte erörtert werden.

d) Zapfengerüste, Ausrückungen und Zapfenlager.

§. 68.

Das Angewelle. [Blatt IX.]

Zapfengerüste sind fest oder beweglich, oder auch mit Ausrückungen versehen, um einen Theil der Maschinerie zum Stillstand zu bringen, während der andere in Bewegung bleiben muß. Den festen Zapfengerüsten gereicht es zum Vortheil, wenn sie wenigstens einigermaßen beweglich sind, weil sich die Wellen dabei in die richtige Lage bringen und während der Abnutzung einzelner Theile darin erhalten lassen. In der Hauptsache bestehen die Zapfengerüste gewöhnlicher Mühlräder aus einem Klotz, schlechtweg der Wellklotz, sonst aber auch das Angewege, Angewelle oder Anwelle genannt, in welches das eigentliche Zapfenlager eingelegt ist. Das Angewelle kann nun ohne Weiteres auf Pfahl- oder Holzwerk, oder auf ein massives Fundament gelagert und dort befestigt werden; oder es wird, um es zugleich beweglich zu machen, nach Fig. **307.**, wo es unter **A** in der Ansicht, in **B** im Grundriß dargestellt und mit **a** bezeichnet ist, auf Streckhölzer **b** gelegt, zwischen welchen es durch Keile **c** befestigt ist. Das Zapfenlager wird in die Mitte der Oberfläche des Angewelles eingelegt, damit die Last gleichförmig vertheilt werde und das Angewelle um so sicherer liege. Für den im Grundriß punktirt angegebenen Hals der Welle ist ferner das Angewelle (wie aus den Figuren erhellet), mit einem halbrunden Ausschnitt versehen, und muß daher eine angemessene Stärke haben.

Das Angewelle läßt sich zwar durch Aufkämmung auf die Strecken unbeweglich machen, unaufgekämmt aber und mittelst der Keile **c** befestigt, längst den Strecken hin- und herschieben. Eine größere Beweglichkeit erhält das Angewelle bei der Einrichtung nach Fig. **308.**, wo es durch besondere Stellkeile nach allen **4** Seiten hin gerichtet werden kann. Die Strecken können hierbei die Lage nach **m** oder **n** der besondern Figuren erhalten, und in letzterem Fall mit den in der Figur angegebenen Docken versehen seyn.

Die Lagerung der Angewelle auf Strecken findet nur da statt, wo die Wellen nahe über dem Fußboden oder auch wohl tiefer liegen; müssen solche dagegen in größerer Höhe über dem Fußboden angeordnet werden, so sieht man sie zwischen Säulen oder Ständern (nach **A** Fig. **309.**) angebracht, wo sie auf- und nieder-, nach **B** aber auch wieder hin- und herbewegt werden können. Handelt es sich endlich hier um eine Bewegung

nach allen Richtungen, so können die Angewelle auf Strecken zwischen 4 Säulen nach Fig. **310.** gelagert und mit Stellkeilen entweder nach links oder nach rechts der Figur versehen werden. Uebrigens pflegen die Angewelle nach Fig. **307.** und **308.** durch Unterlegen von Brettstückchen schon etwas geschoben und gesenkt zu werden, sind aber dabei freilich Beschränkungen unterworfen.

§. 69.

Verschiedene Ausrückungen.

Soll die Beweglichkeit der Angewelle so groß seyn, daß die Räder dadurch zum Eingriff und zum Stillstand gebracht werden können, d. h., sollen sie sich in Ausrückungen verwandeln, so ist die einfachste Vorrichtung der Art in Fig. **311.** dargestellt, wo **a** das Angewelle mit Zubehör, in der Längenansicht **A**, in der Seitenansicht **B** und im Grundriß **C**. Dasselbe (**a**) ist hier an einem Ende ausgeschoren und mit 2 Reihen Kämme versehen, heißt Rückscheere und liegt auf der Rücksohle **b**, in welche die Rückstange **c**, mit welcher die Aus- und Einrückung geschieht, eingesetzt wird. Die unterhalb mit einem Querriegel (welcher zwischen den Kämmen seinen Platz findet) versehene Rückstange wird den Umständen angemessen lang gemacht und am obern Ende gehandhabt. Wenn die einfache Bewegung oder der eine Ruck zum Ausrücken des Rades nicht hinreichend seyn sollte, so wird durch Uebersetzen der Rückstange in das zweite Paar Kämme die weitere Bewegung möglich und der Ruck wiederholt.

Um dies Uebersetzen der Rückstange behufs der gänzlichen Ausrückung zu vermindern, kann dieselbe unter Umständen und bei hinreichendem Höhenraum auch nach **A** Fig. **312.** (Bl. **X.**) angeordnet werden, wo die Rückstange mit einer Umdrehungsaxe versehen ist und wo ein an derselben angebrachter verzahnter Bogen in die hier nur einfach erforderlichen Kämme der Rückscheere eingreift. Die Letztere darf demnach auch nicht aufgeschlitzt seyn. Eine andere Anordnung ist in Fig. **B** (Ansicht von oben) dargestellt, wo die Rückscheere zur Seite mit Kämmen versehen ist, in welche ein Getriebe einer stehenden Welle eingreift, die durch einen einfachen kurzen Hebel umgedreht werden kann. Liegt die Welle in einiger Höhe vom Fußboden, oder von einer Sohle oder Schwelle, so kann die Ausrückung auch die Einrichtung nach Fig. **313.** erhalten, wo die Rückstange das Angewelle unmittelbar ergreift und an diesem Ende zugleich mit trägt, während das andere Ende des Angewelles in dem festen Ständer liegt.

Müssen Wellen behufs der Ausrückung gehoben oder gesenkt werden, so kann solches nach Fig. **314.** geschehen, wo das schwebende Angewelle mit einem Ende sich um eine Axe **x** dreht, am andern Ende dagegen durch eine Schiene oder dergleichen mit einem Hebel in Verbindung steht, welcher, wenn er sich unmittelbar über dem Fußboden befindet, und in diesem Falle mit dem Fuße sich niedertreten läßt, die Wippe genannt wird. Die Bewegung kann bei solchen Angewellen aber auch nach Fig. **315.** erfolgen, und der Hebel nach **a** oder **b** dabei angeordnet seyn.

§. 70.

Hängende Zapfengerüste. [Blatt X.]

Hängende Zapfengerüste werden da angeordnet, wo die Umstände es gebieten, oder wo die Wellen der Decke des Raums so nahe liegen, daß man darunter weggehen und den untern Raum anderweit benutzen möchte. Die Fig. **316.** zeigt in der Seiten- und Vorderansicht **A** und **B** ein dergleichen Gerüst, aus den Hängesäulen oder Docken bestehend, die mit Kreuz- oder Seitenbändern, oder mit beiden zugleich versehen und unterhalb des Angewelles durch einen Riegel mit einander verbunden sind. Gestattet die Höhe einer Etage diese Anordnung nicht, so wird das Gerüst nach **A** Fig. **317.** construirt und blos mit Seitenbändern versehen; doch kann der fehlende Riegel erforderlichen Falls durch zur Seite angebrachte Schienen oder durch an die Docken genagelte und angeblattete Hölzer ersetzt werden. Daß die Angewelle übrigens auch bei diesen Zapfengerüsten mehr oder minder beweglich seyn können, ist einleuchtend, und wird, da auch die in Fig. **316.** punktirt angegebenen Keile darauf hindeuten, weiter nichts darüber bemerkt. Endlich werden hängende Zapfengerüste sehr vortheilhaft auch nach **B** Fig. **317.** in Form eines Dreiecks angeordnet, dessen Stücke nur hinreichend fest mit einander verbunden seyn müssen.

Die Hängesäulen solcher Zapfengerüste werden unmittelbar in dahin treffende Balken, oder in dazwischen eingelegte Wechsel, oder in Hölzer eingezapft, welche an die Balken besonders angeblattet und angebolzt sind, und zwar so fest, als es die zutragende Last der Wellen u. s. w. erforderlich macht. Sie können, wo es die Localität gestattet, aber auch durch die Decke reichen (mit Zapfen durch die Balken oder Wechsel gehen) und oberhalb durch Keile versichert oder sonst noch besonders befestigt werden.

§. 71.

Fernere Ausrückungen bei liegenden Wellen.

Liegen Wellen aneinander (die Axen in einer Linie), so können sie ebenfalls mit Ausrückungen versehen werden, und ist in Fig. 318. in A eine dergleichen Ausrückung vorgestellt. Trägt z. B. die erste Welle ein Zahnrad oder eine Riemscheibe, oder ist sie sonst mit einer Scheibe oder mit Armen in a versehen, hat die daran stoßende Welle ferner eine verschiebbare Muffe b mit Zapfen und Klauen c, und wird die Muffe (nach der besondern Ansicht in B) mit einer Gabel versehen, so kann sie mittelst dieser Gabel vor- oder zurückgeschoben und die Wellen dadurch in und außer Verbindung mit einander gebracht worden. Man sieht leicht, daß nach den Umständen die eine oder andere Welle das treibende Rad haben kann. Statt der Gabel wird auch ein Rücker nach C genommen, welcher die Muffe ganz umgibt und statt der nach innen hervorragenden bloßen Bolzen, den Umständen nach mit breiteren hier punktirt angegebenen und eine längere Dauer versprechenden Lagern versehen ist; oder es liegt ein Rücker nach Fig. D unmittelbar in der Nuthe der Muffe und ist zu diesem Behuf daselbst verstärkt.

Diese verschiebbaren Muffen werden auch Bayonnetts genannt, wenn sie mit den seitwärts angeordneten Klauen c Fig. 318. A versehen sind, und können in gar verschiedener Art Anwendung finden; aber auch Kuppelungen können mit Ausrückungen verbunden seyn; so z. B. die Kuppelung nach Fig. 297., 298., auch 301., 302. a und b, u. s. w. Bei stärkeren Maschinen würde die Abnutzung der in Fig. 297., 298. gezeichneten Kuppelungen u. s. w. zu groß seyn, es müssen die Vorrichtungen zur Ausrückung hier vielmehr an entfernteren Punkten von der Axe wirken, wo die Last leichter zu überwinden ist. Dazu sind indeß erst feste Muffen auf den Wellen oder Axen nöthig. Das Oelen dieser Theile der Wellen soll schon sehr gegen die Abnutzung schützen, sodann müssen aber auch die Kuppelungen fleißig gearbeitet seyn, damit sie sich innerhalb nicht allein auf den Kanten, sondern in größerer Breite berühren.

Ausrückungen an einander in einer Linie liegender Wellen kommen ferner nach Fig. 319. vor, wo ein treibender oder getrieben werdender Arm mit einem Charnir versehen ist, dessen Arm zu seiner Zeit umgelegt werden kann, und dann den Arm a an der andern Welle nicht weiter ergreift. Auch kann eine Kuppelung und Ausrückung nach Fig. 320. eingerichtet werden, wo 2 kegelartige Scheiben (Hohlkegel) in einander greifen. Da hier jedoch nur die Reibung auf die Umdrehung wirkt, so müssen die Schieber mittelst der Gabel oder des Rückers auch stark genug zusammengedrückt werden, wodurch in der Nuthe der Muffe aber ebenfalls eine starke Reibung und Abnutzung entsteht. Dergleichen Vorrichtungen eignen sich deshalb mehr für Windewerke, die nur kurze Zeit hindurch (momentan) in Bewegung sind. Aehnlich verhält es sich mit der Vorrichtung nach Fig. 321., wo an der treibenden Welle a eine feste Scheibe b befindlich ist, welche die Scheibe c mit herum nimmt, sobald letztere mittelst ihrer Welle gegen jene angedrückt wird, was durch die Rückstange d geschieht, die mit der Welle durch die Muffe e in Verbindung steht, übrigens auch in jeder anderen als der hier angegebenen Weise angebracht seyn kann. Die Trommel f kann hier zwar für einen darüber laufenden Riem oder dergleichen bestimmt seyn; besser jedoch für das Seil oder die Kette einer Winde. Auch können hier noch die Scheiben g vorhanden seyn, welche durch das Aneinanderdrücken bei entgegengesetzter Bewegung der Rückstange, oder des Ausrückers, ein zu rasches Ablaufen der Winde verhüten, oder solche erforderlichen Falls sofort zum Stillstand bringen, da die eine Scheibe am Stiele fest ist, die andere also bei der Berührung mit einander ebenfalls gehemmt wird.

Sonst läßt sich die Winde auch nach vorhergehender Anordnung (Fig. 320.) durch ein mäßiges Zusammenpressen der Kegel zum langsamen Rückgang bringen, sobald dieser erforderlich wird. Die Bewegung der Rückstange betreffend, so kann solche entweder mit den Händen oder durch eine anderweite Vorrichtung geschehen. In der Fig. 321. ist ein Seil angenommen, welches mittelst Rollen nach jedem beliebigen Ort zur Handhabung geleitet werden und auf der entgegengesetzten Seite mit einem Gegengewicht versehen seyn kann. Auch läßt sich, wie in der Figur ebenfalls angedeutet, ein Klinkhaken (zum Einfallen) mit dem Hebel in Verbindung bringen.

Aber auch neben einander liegende, oder unter Winkeln zusammentreffende Wellen, können ähnliche Ausrückungen erhalten, sobald die verschiebbaren Muffen unmittelbar mit einem der geraden oder der konischen Zahnräder zusammen hängen, solche demnach mit verschieben und außer Eingriff bringen. Es bedarf hierzu keines Beispiels, da man sich die Muffe nach einer der vorhergehenden Figuren leicht statt der Scheibe mit dem Zahnrade

verbunden denken kann. Ist dagegen nach Fig. **322.** eine der Wellen mit Riemscheiben **a** und **b**, die andere aber mit einer Trommel **c**, aus Brett= oder Lattwerk gefertigt, versehen, und ist die Riemscheibe **b** fest mit der Welle verbunden, **a** dagegen lose, so darf man (am besten mit einem dazu geeigneten Rücker) den Riem von der festen Scheibe nur zur losen führen, sobald die Welle dieser Scheiben zum Stillstand kommen soll; und so kann hier auf dieselbe Art die Trommelwelle zum Stillstand kommen, wenn die Welle für die Scheiben die treibende oder von der Kraft ausgehende Welle ist. Die Scheibe **a** muß hier also mit einer Muffe versehen seyn, die um die Welle läuft, sobald letztere zum Stillstand kommt. Dies führt aber eine Abnutzung der Welle auf dieser Stelle herbei, die bei starker Spannung des Riems bald zu groß werden kann. Um dies zu verhüten, ist es zweckmäßig, die Scheibe **a** wie durch Punktirung der Halbmesser bemerkt, mindestens in der Wölbung ein wenig flacher, als **b** zu nehmen, damit der Riem, sobald er darauf läuft, weniger gespannt ist.

Ausrückungen oder vielmehr die Einrückungen sind öfters mit bedeutenden Stößen im Triebwerk verbunden, besonders wo dasselbe einen raschen Gang oder eine bedeutende Last zu gewältigen hat. Dies kann bei Vorrichtungen nach Fig. **320.** und **321.** durch ein allmäliges Zusammenrücken der Kegel oder Scheiben zwar vermieden werden, anderer Seits dienen dazu aber auch besondere Halsbänder oder Bremsen, welche nach Fig. **323.** aus einem um eine Scheibe liegenden, mittelst Schrauben verbundenen, mäßig anschließenden Ring bestehen, der sich für den ersten Augenblick des Eingriffs der Klauen **x** oder dergl. mit in Bewegung setzt und auf diese Weise den Stoß, wo nicht ganz verhütet doch vermindert, nach und nach aber mit der Welle in gleichen Umlauf kommt. Diese Bremsen werden übrigens auch da mit großem Nutzen in Anwendung genommen, wo durch die fortwirkende Kraft bei zunehmendem Widerstand ein Bruch im Werke erfolgen könnte, indem die widerstehende Last hier zuletzt zum Stillstand kommen, die Maschine dagegen, während das Halsband um das Rad gleitet, ruhig fortgehen kann.

Noch verdient die Kuppelung nach Fig. **324. A** und **B** der Erwähnung, wo **2** an den Enden verstärkte Wellen oder Zapfen stumpf gegen einander liegen, aber durch einen zwischen geschobenen Keil mit einander verbunden sind. Der Keil hat den Durchmesser der Welle zur Länge und wird durch einen darüber geschobenen Ring, nach **C**, gehalten, kann aber auch mit einem Kopfe (nach **D**), und am andern Ende mit einem Vorsteckbolzen versehen seyn. Der Keil ist gemeinhin im Querschnitt nach **A** gestaltet, insofern es aber zugleich auf eine genauere Verbindung der Wellen mit ankommen sollte, wieder besser auf den Grad nach **B** eingeschoben.

§. 72.

Zapfengerüste für stehende Wellen und Ausrückungen derselben.

Stehende Wellen bedürfen der Zapfengerüste ebenfalls, und man unterscheidet hier das obere von dem unteren Gerüst, nennt das erstere auch wohl den Eiserbalken, das letztere den Steg.

Diese Zapfengerüste können wieder fest oder beweglich seyn; die Einrichtung derselben hängt jedoch so sehr von der Localität mit ab, daß sich hier nur allgemeine Anweisungen zur Construction derselben geben lassen. Der Eiserbalken wird zwischen andere Balken beweglich oder fest eingelegt, aber auch darunter angebolzt, oder, wie aus Fig. **325.** in **A** der Vorder= und in **B** der Seitenansicht ersichtlich, er liegt in sogenannten Fröschen und ist dort beweglich oder unbeweglich. Die Stege dagegen können, wenn sie fest, wieder auf Fundamenten oder Balken, sonst aber, wie die Angewelle, auch auf Strecken liegen. Oder es wird für die nicht bis zum Fußboden gehende Welle wieder ein besonderer Stuhl errichtet, ähnlich dem nach Fig. **309.** oder **310.**, wo die Säulen bis zur Decke hinaufgehen und dort befestigt sind; oder dieser Stuhl ist als Bockstuhl freistehend und nach Fig. **326.** in **A** der Vorder= und **B** der Seitenansicht eingerichtet, wobei er hinreichend verstrebt seyn muß. Dergleichen Zapfengerüste werden noch in anderer Art erforderlich und ohne Schwierigkeit ausgeführt.

Daß sich bei stehenden Wellen ebenfalls Ausrückungen anordnen lassen, geht aus Fig. **325.** mit hervor; die Ausrückung kann hier nämlich durch Lösung und Antreibung der Keile in den Fröschen sonst aber auch durch einen Rücker geschehen. Soll die Welle dagegen unterhalb gerückt werden, so kann das Rücken, insofern der Steg auf Strecken liegt, entweder durch Hin= und Hertreibung desselben mittelst Keile, sonst aber auch, wie aus der Ansicht von oben in Fig. **327.** ersichtlich, mittelst einer Rückstange nach **a**, oder eines (punktirt angegebenen) Hebels nach **b** geschehen. Ist die Last der Welle, die hier vom Steg mit getragen werden muß, groß, so kann die Ausrückung nach der Seitenansicht in Fig. **328.** angeordnet werden, wo der Steg auf

Walzen liegt und entweder wieder mittelst Keilen **a** oder einer Rückstange **b** oder dergl. bewegt wird. Eben so läßt sich ein Steg mittelst eines Hebels oder einer Wippe heben und senken, wenn es die Einrichtung erfordert. Würden etwa stehende Wellen durch Riemscheiben in Bewegung gesetzt, so könnte auch hier die Einrichtung nach Fig. **322.** statt finden, wo der Riem von der festen zur losen Scheibe und umgekehrt geführt wird. Bei Zahnrädern kann die Ausrückung auch nach Fig. **329.** erfolgen, wo eine Muffe durch einen Winkelhebel gehoben und gesenkt wird.

Stehen die Wellen über einander, so werden sie wie liegende Wellen gekuppelt, und können die Kuppelungen auch hier mit Ausrückungen verbunden seyn. Mag indeß die obere oder untere Welle zum Stillstand kommen, immer muß die Last der ersteren von der letzteren mit getragen und danach die Einrichtung getroffen werden, insofern nicht die obere Welle in der Zwischenzeit ausgehoben werden kann. Bewegen sich die Wellen nur langsam, und ist die Last der oberen nicht groß, so kann solche nach **A** Fig. **330.** auch wohl zapfenartig enden, in einer Vertiefung der unteren Welle stehen, und müssen dann beide Wellen von der beweglichen Muffe umfaßt seyn. Ist die Last der oberen Welle dagegen groß, oder bewegen sich die Wellen mit größerer Geschwindigkeit, so erhält die obere einen verstählten Zapfen, der nach **B** in einer Pfanne der unteren geht, und beide Wellen müssen auch hier von der beweglichen Muffe umgeben seyn. Schwache Wellen dieser Art sind, wie aus **B** mit ersichtlich, an den Enden angemessen zu verstärken.

Daß die Muffen auch mit Zahnrädern u. s. w. verbunden seyn können, geht aus Fig. **329.** mit hervor; immer muß ihre Einrichtung aber so getroffen werden, daß die Räder mit ihren Muffen während der Bewegung auf einem Bolzen oder Absatz der unteren Welle ruhen, und nur beim Stillstand vom Hebel oder Rücker getragen werden, weil sonst eine größere Reibung und Abnutzung dieser Theile ohne Noth entsteht.

Kuppelungen stehen im Betreff ihrer Stärke mit der zu gewältigenden Last im Verhältniß, und können auch wieder noch zusammengesetzter als die vorangegebenen seyn.

§. 73.

Von den Zapfenlagern. [Blatt X.]

Bei den Zapfengerüsten ist bereits gesagt, daß die Wellklötze oder Angewelle zur Einlegung der Zapfenlager dienen. Letztere werden nun von Holz, von Stein, oder von Metall genommen. Zu den Holzlagern wählt man aus dem zu den Kämmen und Stöcken bestimmten sogenannten Schirrholze die ästigen Stücke, die zu anderen Gegenständen nicht brauchbar sind, hier aber ihren Werth haben, aus; doch wird auch das Hirn dieser harten Hölzer sehr vortheilhaft zu Zapfenlagern verwendet, da dies ebenfalls sehr starken Widerstand leistet. Steinerne Lager nimmt man aus feinkörnigem (grauen) Granit, Marmor, Basalt und dergl. und diese steinerne Lager haben deshalb einen großen Vorzug vor den hölzernen, weil Zapfen darauf sehr kühl und leicht gehen und der Abnutzung weniger unterworfen sind, indem die Steinfläche sich spiegelblank schleift, aber auch deshalb, weil sie von den Arbeitern selbst gefertigt werden können. Metalllager werden endlich ebenfalls mit Vortheil und da angeordnet, wo beschränkte Räume andere Lager entweder nicht gestatten, oder große Genauigkeit im Gange des Räderwerks sie erforderlich macht. Die Metalllager sind aber auch die kostspieligsten und werden als Messinglager aus Kupfer und Zink, härter jedoch aus Kupfer und Zinn, als sogenanntem Rothguß, genommen.*)

Fig. **331.** zeigt in **A** und **B** (der Seiten- und oberen Ansicht) ein in das Angewelle eingelassenes Holzlager, wobei zu bemerken, daß die härteste oder Astseite dahin gelegt werden muß, wo der Druck des Zapfens wirkt, und wo also die größte Reibung statt findet. Das Lager wird, soweit es im Angewelle liegt, wie durch Punktirung angedeutet, auf den Grad eingelassen, damit es sich an der innern offenen Seite nicht herausziehen kann. Fig. **332.** zeigt in **A** ein dergleichen Lager mit einem Deckel, welcher zum Nachschrauben eingerichtet, demnach mit dem nöthigen Spielraum versehen ist. Der Deckel kann aber nach der darunter stehenden Fig. **B** auch von Eisen genommen werden, und ebenso kann das Lager ein metallenes seyn. Metalllager pflegt man indeß gern in der Form nach **A** Fig. **333.** zu nehmen, weil sie dabei fester liegen; oder das äußerlich ebenfalls runde Lager erhält unterhalb einen Lappen nach **B**, wird jedoch nach **C** auch wohl

*) Im Allgemeinen besteht Messing aus 71,5 Theilen Kupfer, und 28,5 Theilen Zink; der hier in Rede stehende Rothguß, welcher härter ist, aber aus 9 Theilen Kupfer und einem Theile Zinn. Noch härter wird derselbe, wenn das Verhältniß wie 7:1 genommen wird. Das Pfund Rothguß wird in Berlin mit 20 Sgr. bezahlt.

Bei Eisenbahnwagen sollen sich Lager sehr bewähren, die aus 85 Theilen Blei und 15 Theilen Antimon zusammen geschmolzen und gegossen werden.

mit Flügeln versehen, um ihm eine sicherere Lage zu geben. Nicht immer bedürfen die Zapfen der Deckel, sondern vielmehr nur da, wo ein Sichheben oder Herausspringen derselben aus den Lagern zu befürchten steht.

Zapfen stehender Wellen können oberhalb mit Lagern nach Fig. **334**. versehen seyn, insofern es zugleich darauf mit ankommt, sie (wie bei den Windmahlmühlen die Mühleisen) zum öfteren herauszunehmen. Hier ist der Eiserbalken mit einem Einschnitt, und auf der hintern oder Druckseite des Zapfens mit einem Hirnholzlager **a** versehen (welches Lager auch von Metall seyn kann), und es wird die vordere Seite, wie punktirt angegeben, mit einem zweiten Lager geschlossen, sobald der Zapfen eingebracht ist. Das Lager **a** muß fest eingelegt seyn, damit es nicht herunter fallen könne, das andere dagegen lose bleiben, kann jedoch des festen Anschlusses wegen auf den Grad eingeschoben, d. h. nach unten verjüngt gearbeitet werden.

Ein festes Lager eines oberen Zapfens gewährt die Fig. **335**., wo der hier nothwendige Deckel, auch Frosch genannt, durch Schrauben gehalten wird. Handelt es sich indessen um einen Spielraum, des Nachschraubens des Frosches wegen, so wird das Lager nach Fig. **336**. eingerichtet, wo der Frosch durch Keile den nöthigen Abstand vom Lager erhalten kann. Es wird aber das Lager nach Fig. **337**. auch wohl von Eisen genommen und mit einem dergleichen Deckel versehen. Um hier den nöthigen Spielraum zwischen dem Deckel oder Frosch und dem Lager zu erhalten, wendet man statt der Keile auch Lederstreifen an, deren so viel, als erforderlich auf einander gelegt und nach und nach wieder weggenommen werden, wenn in Folge der Abnutzung des Zapfens ein Nachschrauben des Frosches nöthig wird; es können aber auch Pappstreifen die Stelle des Leders vertreten.

§. 74.

Von der Pfanne und der Spur.

Die unteren Zapfen der stehenden Wellen, sie seyen verstählt oder nicht, bedürfen der sogenannten Pfannen mit der Spur, und zwar der Pfanne, um die Spur fest in dieselbe lagern und mit Schmiere versehen zu können. Fig. **338**. zeigt in **A** und **B**, im Durchschnitt und in der oberen Ansicht, diese in den Steg eingelassene Pfanne (am besten aus Gußeisen) mit der darin befindlichen Stahl- oder Metallspur, welche letztere weniger hoch, als die Pfanne ist, damit der nöthige Raum für die Schmiere verbleibt. Bei den Mahlmühlen, wo wegen des raschen Ganges und der bedeutenden Last der Mühlsteine die Spuren öfters erneuert werden müssen, werden die Pfannen des leichteren Herausnehmens wegen nach Fig. **339**. **A** und **B** mit über Eck eingekerbten Flügeln versehen, auch Flügelpfannen genannt, und nur bis zur Einkerbung der Flügel in den Steg eingelassen.

Ist der Steg kein beweglicher, sondern ein festliegender, so wird die Pfanne auch wohl als Stellpfanne eingerichtet, und nach Fig **340**. mit Schrauben zum Verschieben der Spur versehen. Hierbei kann nun die Spur unmittelbar in der Stellpfanne, oder, wie durch Punktirung bemerklich gemacht, der Schmiere wegen, in einer besondern Spurpfanne liegen. Der Stellkasten läßt sich nach Fig. **341**. auch mit **4** Schrauben einrichten und, insofern es für nöthig erachtet wird, zugleich mit einer Platte zum Aufschrauben auf den Steg versehen.

Die Spuren, auch Stöckchen u. s. w. genannt, werden entweder ganz einfach mit einer nur geringen Vertiefung für den Zapfen, wie aus Fig. **338**. ersichtlich, oder nach **A** Fig. **342**. auf der Druckseite, d. i. auf derjenigen Seite, auf welche die Kraft des Rades wirkt, mit einer Lehne versehen, die, wie aus der Ansicht von oben, **B**, erhellet, im Grundriß einen Halbkreis bildet. Ist der Seitendruck sehr stark, so muß die Lehne (nach der Ansicht in **C**) höher hinauf gehen, stets aber die Spur von der Pfanne überragt werden, damit sich darin die Schmiere, welche bei stehenden Wellen nie fehlen darf, erhalten kann.

§. 75.

Eiserne Stellkasten.

Bisher ist angenommen, daß wie die Pfannen stehender Wellen so auch die Zapfenlager liegender Wellen in hölzerne Angewelle u. s. w. eingelassen sind; Metalllager legt man aber auch bei liegenden Wellen in eiserne Stellkasten, die sich im Betreff ihrer Größe und übrigen Anordnung wieder nach dem Erforderniß richten.

In **A** Fig. **343**. ist ein dergleichen Stellkasten in der Vorderansicht, in **B** in der Oberansicht vorgestellt. Derselbe besteht aus der Grundplatte mit den Docken, zwischen welchen das Lager liegt, so wie aus dem darüber befindlichen Deckel, der ebenfalls mit einem Lager versehen ist. Die Platte wird, wie in der Figur angedeutet, auf das Angewelle oder dergl. aufgeschraubt, und sind die Docken zur Fassung des Deckels

mit Schrauben versehen, die gleich mit eingegossen werden können. Die Lager sind zwischen die Docken auf den Grad eingeschoben, damit sie seitwärts nicht herausfallen können; sie können aber auch nach der oberen Ansicht **C**, und zwar nach der Darstellung zu rechts oder links, eingelegt seyn. Die Grundplatte ist hier mit länglichen Löchern für die Anschraubung versehen, um den Stellkasten für vorkommende Fälle zugleich beweglich zu machen.

Ein kleinerer Stell- oder Lagerkasten ist in Fig. **344.**, jedoch mit Deckel ohne Lager, als in den meisten Fällen genügend, vorgestellt; und Fig. **345.** zeigt ein dergleichen Lager mit zur Seite angeordneten Deckelschrauben.

Kommt die Welle in einiger Höhe über dem Fußboden zu liegen, so erhält der Lagerkasten auch wohl die Ständerform nach Fig. **346.**, wobei die Grundplatte erforderlichen Falls, wie durch Punktirung angedeutet, durchgehen kann. Daß alle diese Stellkasten übrigens auch für die oberen Zapfen stehender Wellen dienen können, ist begreiflich, indem sie nur zur Seite angeschraubt werden dürfen, und so können auch die Pfannen der unteren Zapfen dieser Wellen noch anderweit als z. B. auf den Stegen u. s. w. befestigt werden, wie später angeführt werden wird. In den meisten Fällen sind diese Lagerkasten und Ständer aber überflüssig und nur als Luxusartikel zu betrachten, indem sich Metalllager sehr wohl auch in hölzerne Angewelle einlegen lassen, die oft kaum so viel Groschen als jene Thaler kosten und unter Umständen fast dieselbe Dauer gewähren, mindestens aber immer leicht wieder herzustellen sind. Daß endlich die Stellkasten auch hängend angebracht werden können, wo das Lager im Deckel dann Hauptlager wird und die größte Stärke erhalten muß, wird beiläufig bemerkt; ein hängendes Zapfengerüst läßt sich aber sehr wohl auch nach Fig. **347.** einrichten, wo die Hängesäulen zwar nur von Holz angenommen, aber mit der eisernen Grundplatte u. s. w. versehen sind.

e) Schmiere.

§. 76.

Vorrichtungen zur Aufnahme und Vertheilung der Schmiere. [Blatt X.]

Schon ein altes Sprichwort sagt: „wer gut schmeert, der gut fährt!" Soll eine Maschine daher möglichst leicht gehen, so darf die Schmiere nicht fehlen. In sofern dies jedoch von dem Willen der Arbeiter oder sonst einer die Aufsicht führenden Person abhängt, wird hierin selten genug gethan, der Arbeiter begnügt sich vielmehr nur dann zu schmieren, wenn es ihm gerade einfällt, ohne an die Gefahr zu denken, die oft bei mangelnder Schmiere durch Brand verursacht werden kann, verschwendet hierin aber auch wohl über die Gebühr; Vorrichtungen, wodurch ein zeitgemäßes immerwährendes Schmieren stattfindet, sind hier daher am rechten Orte.

Zapfen stehender Wellen können am leichtesten geschmiert werden, indem hier nur die Pfanne voll erhalten werden darf, was bei rasch gehenden Wellen sehr zu Statten kommt; Zapfen liegender Wellen schmieren sich dagegen fortwährend, wenn sie nach Fig. **348.** mit einer Scheibe versehen werden, welche in die Schmiere eintaucht, die sich in einer Vertiefung des Lagers befindet, und kann das Lager hierbei von Holz oder Metall seyn. Bei hinreichender Zapfenlänge kann die Scheibe auch stärker angenommen und auf den Seiten spiralförmig aufgehauen seyn; oder der Zapfen wird nach Fig. **349.** mit einem spiralförmigen hinreichend starken Drath versehen, welcher die Schmiere aus der damit angefüllten Vertiefung holt und dem Zapfen nach und nach zuführt.

Bei schräg liegenden Wellen, namentlich den Windmühlenwellen, wo der Druck des Windes gegen die Flügel auf den hinteren Zapfen wirkt, muß dieser verstählt oder mit einer angegossenen oder angeschraubten kugelartigen Scheibe, die wieder gegen eine Stahl- oder andere Metallplatte geht, versehen seyn. Wird hier das Lager nach Fig. **350.** eingerichtet und die hintere Vertiefung mit hinreichender Schmiere versehen, so kann sich der Zapfen ebenfalls selbst schmieren. Dieser Zapfen wird aber auch der größeren Dauer wegen nach Fig. **351.** eingerichtet und die Verstärkung angegossen oder besonders aufgesteckt. Ferner werden bei allen Zapfen, mit Ausschluß der Pfannen, wo es nicht nöthig ist, besondere Schmierbüchsen sehr vortheilhaft in Anwendung genommen, und können nach **A** oder **B** Fig. **352.** eingerichtet seyn. Die in der Ansicht vorgestellte Büchse **A** ist nämlich mit einem Hahn versehen, welcher das Oel nur tropfenweise fallen läßt; die im Durchschnitt gezeichnete Büchse **B** dagegen enthält eine nach oben fortgesetzte Verlängerung der Tille, in welche das längere Ende eines Dochts gehängt wird, der nun wie ein Heber wirkt und das Oel in mehr oder minder rasch auf einander folgenden Tropfen fallen läßt. Die Befestigung dieser Büchsen geschieht sehr leicht durch Aufhängung derselben über die Zapfen. Ist der Zapfen mit einem Deckel versehen, so kann

dieser, wie in Fig. 332., 343., 344. u. s. w. durchbohrt und die Tille unmittelbar in das Bohrloch gesenkt werden. Daß die Schmierbüchsen mit Deckeln versehen seyn können und in vorkommenden Fällen versehen seyn müssen, versteht sich von selbst. Zuweilen werden die durchbohrten Lagerdeckel aber auch mit Talg (Unschlitt) angefüllt, welcher dem Zapfen bei dessen Erwärmung nach und nach zufließt. Gehen die Wellen sehr rasch, wie z. B. bei den Papiermühlen und horizontalen Graupenmühlen, so wird hier zur Schmiere auch wohl roher, d. h. unausgeschmolzener Talg verwendet, welcher nur sehr langsam schmelzt, weil geschmolzener Talg zu rasch zergehen würde. Andere Vorrichtungen, um den Zapfen die Schmiere zuzuführen, können zugleich schon ihrer Kostspieligkeit wegen, füglich hier übergangen werden.

Außer der Reibung, welche durch die Schmiere, die sich auch auf die Zähne der Räder erstreckt, größtentheils beseitigt wird, muß zum möglichst leichten Gang aber auch alle sonstige Reibung zwischen den sich bewegenden und festliegenden Maschinentheilen vermieden werden. Dies geschieht bei den hölzernen Wellen vorzüglich durch das Freigehenlassen derselben an der Stirn, so daß diese das Angewelle nicht erreicht und daran reibt. Um das Reiben zu verhüten, wird (nach Fig. 353.) ein Stein vor die Stirn des Zapfens gelegt; oder der Zapfen aird nach Fig. 354. mit einer Brustscheibe versehen; oder es wird zu demseben Zweck die Stirn der Welle nach Fig. 355. abgeschrägt, welches Verfahren beim Blattzapfen dann auch die Abschrägung des Blattes voraussetzt. Der Zapfen läuft ferner nach Fig. 356. auch wohl in eine Spitze aus, die gegen eine Metallplatte geht; oder er läuft endlich bei festen Lagern nach Fig. 357. gegen eine Stellschraube.

§. 77.

Zur Schmiere bedient man sich bei den Zapfen nach den Umständen des bereits erwähnten ausgeschmolzenen oder rohen Talgs, oder des Oels; aber auch einer Mischung von Talg und Oel. Ferner schmiert man mit Oel und Wachs, oder Talg und Wachs, je nachdem die Zapfen mehr oder minder heiß gehen und liegenden oder stehenden Wellen angehören. Zähne dagegen schmiert man entweder mit Wachs, oder Talg und Rahm (Ruſt), besser Talg und Wasserblei oder Reißblei (Graphit),*) auch mit Talg, Oel und Wasserblei, so wie endlich auch wohl mit schwarzer Seife (auch grüne Seife genannt), oder sonst einer Patentschmiere, deren es mehre gibt **). Die beste Schmiere scheint für die Zapfen und dergl. das Baumöl zu seyn, welches sich beim Gebrauch verdickt und in diesem Zustand nachher sehr vortheilhaft auf eiserne Zähne verwandt wird ***); wogegen hölzerne Kämme am besten mit zerlassenem Talg und darunter gemischtem Wasserblei geschmiert werden. Endlich sollen die Zapfen sehr vortheilhaft auch auf Lager von Hagebuchen-Holz gehen, sich dabei gleichsam von selbst schmieren und diese Lager eine sehr große Dauer gewähren. Dies ist nicht minder bei dem sogenannten Pockholz (Pockenholz, Frangesenholz †)) der Fall, welches der Dauer eines Metalllagers fast gleich kommt. Bestandtheile der Schmiere.

Eine sehr gute Zapfenschmiere soll man ferner auch für stehende Wellen erhalten, wenn man einen Theil Kammfett und 2 Theile Oel mit einem Theil Seife zergehen läßt; auch, wenn man diesen Gemisch noch einen Theil Wasserblei zusetzt, eine treffliche Schmiere für Kämme. Aber auch ⅔ Kammfett und ⅓ Talg und Thran (jedes zur Hälfte) giebt eine gute Schmiere, und kann solche auch zum Einschmieren der Rieme als Laufbänder angewendet werden.

Endlich ist noch des Klauenfetts als einer vorzüglichen Schmiere zu erwähnen, die aber ihrer Kostspieligkeit wegen nur bei feineren Maschinen verwendet werden kann.

§. 78.

Für starke und schwerbelastete Zapfen sind Reibungsrollen in Vorschlag gebracht und hier und da in Anwendung genommen worden, und zwar nach Fig. 358., wo 2 Rollen ohne sich zu berühren neben einander gehen, oder bei hinreichender Zapfenlänge nach der Punktirung angeordnet seyn können. Die Fig. 359. zeigt ferner, daß zu gleichem Zwecke unten eine große, und auf den Seiten kleine Rollen oder die punktirt Reibungsrollen.

*) Dies ist in der Königl. Münze hierselbst billig zu haben und wird pulverisirt.

**) Die gewöhnliche Schmiere für Eisenbahnwagen (Rooths patentirte) besteht aus ½ Pfund gewöhnlicher Soda, 4 Berliner Quart Wasser, 3 Pfund reinem Talg, 6 Pfund Palmenöl (oder 10 Pfund Palmenöl und 8 Pfund Talg). Dies Alles zusammen bis auf eine Hitze von 212° Fahrenheit (80° Reaumur) gebracht und dann so lange umgerührt, bis es auf 60 — 70° (12½ — 17° R.) abgekühlt ist.

***) Auch bei den Eisenbahnwagen soll man sich jetzt des Baumöls bedienen; der Abgang dann durch Kochen mit Wasser gereinigt und aufs Neue angewandt werden.

†) Es wächst in Amerika, und ist von sehr großer Härte.

angegebenen Lager angebracht werden können. Die Zapfen dieser Rollen werden zwar immer schwächer seyn als die Zapfen der Welle, die Welle geht im erstern Fall nun aber auf 4, im zweiten auf mindestens 2 Zapfen, wobei fast nur der Vortheil verbleibt, daß sich die letztern wegen des größern Durchmessers der Rollen langsamer als der Wellzapfen bewegen. Der Verfasser hat bei der Anordnung des etwa 4 Zoll starken Zapfens einer nicht sehr schweren Wasserradswelle nach Fig. 359. einen eigenthümlichen Fall erlebt. Dieser Zapfen, der sonst eine Reihe von Jahren hätte dauern können, hatte sich nämlich in 2 Jahren so weit abgelaufen, daß er zuletzt zerbrach. Mechaniker konnten sich diese auffallende Erscheinung ebenfalls nicht erklären, bemerkten nur, daß Oelschmiere dagegen geschützt haben möchte. (Also wie bei den Kuppelungen.) Wahrscheinlich ist es hier ähnlich gewesen wie bei Brückenbelägen, die sich deshalb in kurzer Zeit abnutzen, weil von der darüber rollenden Last der Wagenräder immer nur ein Streifen derselben getroffen wird, wodurch sich das Holz abblättert. Es fand sich nämlich hier auch an den Rollen ein ähnliches Abblättern, während bei Zapfenlagern immer eine größere Fläche des Zapfens zu gleicher Zeit berührt wird. Man hat sich endlich auch schon anderweit überzeugt, daß Reibungsrollen bei Zapfen kein vortheilhaftes Resultat geben, und ordnet sie deshalb nur noch in besonderen Fällen und da an, wo man die Last der Welle durch sie mit unterstützen will.

f) Riemscheiben.

§. 79.

Verschiedene Verbindung derselben; Spannrollen.

In der Einleitung ist gesagt, daß man sich als Triebräderwerk auch der stumpf gegen einander gehenden Scheiben, besser jedoch der Riemscheiben bedient, die mit größerer Sicherheit, als jene wirken und bei welchen die Wellen in beliebiger Entfernung von einander liegen können. Im Allgemeinen versteht man unter Riemscheiben diejenigen Scheiben, welche sowohl mittelst des Riems oder Laufbandes als auch durch Seile oder Ketten mit einander verbunden sind.

Geschieht die Bewegung der Scheiben nun mittelst Riemen von Leder oder aus anderen Stoffen gefertigten Laufbändern, so ist es eine Eigenschaft dieser Bänder nicht von der Scheibe abzulaufen, wenn solche nach A Fig. 360. auf der Stirn gewölbt ist, während die Scheiben im anderen Fall, wenn deren Stirn gerade ist, der Sicherheit wegen mit (punktirt angegebenen) vorstehenden Rändern versehen seyn müssen*). Seil- und Kettenscheiben werden dagegen mit einer Rinne oder Nuthe versehen, die nach Verhältniß des Seils oder der Kette nach B oder C angeordnet wird. Vortheilhaft ist es, Seil-, Riem- und Kettenscheiben möglichst groß zu nehmen, um die Reibung, welche hier nothwendig ist, zu vermehren. Die Riemscheiben haben auch noch den Vorzug, daß man die Laufbänder in beliebiger Breite, also der erforderlichen Kraft immer angemessen führen kann. Müssen größere Scheiben, wie dies häufig der Fall ist, mit kleineren verbunden werden, so ist es vortheilhaft, sie möglichst von einander zu entfernen, weil dann das Laufband u. s. w. sich um einen größeren Theil der Peripherie der kleinen Scheibe legt und die Gewältigung einer größeren Last möglich macht.

In Fig. 361. ist die Verbindung einer größeren mit einer kleineren Scheibe mittelst eines Laufbandes vorgestellt. Erfordert aber die Anordnung eine der ersten Scheibe gegengesetzte Umdrehung der zweiten Scheibe, oder kommt es zugleich darauf an, dem Bande auf der kleinen Scheibe die größte Reibungsfläche zu verschaffen, so wird das Band nach Fig. 362. gekreuzt, wodurch es sich mehr um die Scheibe legt. Besteht die Verbindung der Scheiben aus einer Kette oder einem Seil, so entsteht in der Kreuzung selbst freilich eine Reibung, die man indessen durch einen Stab oder durch eine Zwischenrolle möglichst zu verhüten sucht; Rieme dagegen richten sich, indem sie aneinander vorbeigehen, mit bewundernswürdiger Leichtigkeit so auf, wie es die Punktirung dieser Figur ergibt, ohne sich merklich dabei zu reiben, so daß ein entgegen wirkendes Mittel dazwischen in der Regel überflüssig wird. Rieme und Seile haben jedoch die Uutugend, daß sie sich besonders anfänglich dehnen und dadurch verlängern. Bei den Riemen kann hierin leicht Nachhülfe erfolgen, da sie an den Enden, (nach Verhältniß ihrer Breite) zusammengeschnallt, geschnürt oder genietet sind; bei den Seilen, die auf Seemanns Art zusammengesetzt (gesplitzt) werden, bleibt dagegen nichts übrig, als sie durch Abschneiden zu verkürzen. Bei festliegenden Wellen hat es hierbei seine Schwierigkeit, die rechte Länge zu treffen. Um die, durch jene Nachhülfe unvermeidlichen Störungen, welche unter Umständen mit nachtheiligem Aufenthalt verknüpft sind, zu verhüten, dienen die Spannrollen, welche durch ihr eigenes oder durch ein hinzugefügtes

*) Diese Ränder müssen aber divergirend seyn, damit die Laufbänder, wenn sie ihnen nahe kommen, nicht auffetzen, sondern zurückgleiten.

Gewicht auf die Rieme u. s. w. wirken, sie immer gespannt erhalten und auf diese oder jene Weise angebracht werden. So zeigt Fig. **363.** eine bei einer horizontalen Bewegung angeordnete Spannrolle, die mit einem Rahmen, in welchem sie sich auf und nieder bewegt, und wenn es erforderlich, noch mit einem Gewichtkasten versehen ist. Es kann eine Spannrolle aber auch nach Fig. **364.** von unten wirken. Liegen die Wellen über einander, wie in Fig. **365.**, so kann die Spannrolle in der Art angebracht seyn, wie in **a** angedeutet. Erfolgt die Bewegung unter irgend einen Winkel, so lassen sich einfache oder doppelte Spannrollen auch nach **b** dieser Figur anordnen, wo sie im letzteren Fall zugleich auf beide Riemen oder dergl. drücken. Ferner können doppelte Spannrollen bei horizontaler Bewegung nach Fig. **366.** angebracht seyn, und bringen dann einen um so größeren Anschluß des Ziehbandes an die Scheiben hervor. Endlich lassen sich Scheiben stehender und liegender Wellen durch Seile mit einander verbinden, wenn die Wellen entfernt genug von einander sind, da dann die Seile nicht leicht aus den Nuthen springen; oder es werden, wie in Fig. **367.** durch Punktirung angedeutet, Nebenrollen angebracht, welche das Herausspringen verhüten und, was bei Seilen vorzüglich vortheilhaft ist, zugleich als Spannrollen dienen. Daß in Stelle der in den Figuren angedeuteten Holzwellen der Scheiben auch eiserne Wellen treten können, die Riem-Scheiben ꝛc. auch danach, so wie nach ihrer Größe überhaupt eingerichtet werden müssen, und auf gar verschiedene Art angefertigt werden können, versteht sich von selbst. Die Stärke der Wellen ist sehr verschieden, und wird das Nähere darüber bei den Maschinen selbst angegeben werden.

Rieme u. s. w. werden ferner dadurch wohl zum festeren Anschluß gebracht, daß man sie mit Kreide bestreicht oder mit pulverisirtem Colophonium bestreut *), und dadurch, daß man die Riemscheiben aus Hirnholz construirt; auch hilft es gegen das Gleiten, wenn die Rieme öfters umgewendet werden, so daß die äußere Seite nach innen kommt **). Ist der Raum, in welchem sich Riemscheiben befinden aber feucht, so müssen die Rieme mit Thran eingeschmiert werden. (S. auch §. 77. bei der Schmiere überhaupt.)

Verschiedenartiges Räderwerk und andere außergewöhnliche Vorrichtungen.

Am Schlusse der Einleitung ist gesagt, daß es außer den in gewöhnlichen Fällen vorkommenden Rädern noch verschiedenartiges künstliches Räderwerk und außergewöhnliche Vorrichtungen gibt, und sind mehrere derselben dort namhaft gemacht. Von diesen soll hier in der Kürze noch gehandelt werden.

a) Künstliche Kettenräder.

§. 80.

Beschreibung verschiedener Ketten und deren Eingriffe in Räder oder Scheiben. [Blatt XI.]

Unter Kettenräder versteht man solche Räder, bei welchen die Glieder oder Schaken der Kette keine willkürliche Länge, sondern bestimmte Abtheilungen haben, mittelst welchen sie in die mit Buckeln oder Verzahnung versehenen Räder eingreifen und die Räder nun nicht allein in einen bestimmten, sondern auch bei jeder Belastung sicheren Umtrieb setzen. Die Fig. **368.** zeigt ein dergleichen Kettenrad (oder Scheibe) in der Ansicht von oben und von der Seite, welches hier als Buckel dargestellte Hervorragungen hat und diese sind entweder wie Zähne abgestumpft, oder nach der Punktirung abgerundet. Die Scheibe oder der Ring des Rades hat entweder nur die Breite der Buckel oder eine größere Breite, wie ebenfalls aus den Figuren erhellet. Die Ketten hierzu können nach **a**, **b** oder **c** der Fig. **369.** gestaltet seyn, und sind bei **c** die Glieder mittelst kleiner gegossener Doppelstücke zusammengesetzt, durch welche Nieten gehen.

Ist die Kette nach **a**, **b** oder **c** der Fig. **370.** angefertigt (die bei mäßiger Bewegung oder Belastung im zweiten Fall (**b**) aus gußeisernen Stücken zusammengesetzt seyn kann), so eignet sich zur Aufnahme derselben die von **2** Seiten vorgestellte Trommel Fig. **371.** Der Verfasser war bei Anwendung der Ketten (nach **a**) zu einer Wasserhebungs-Maschine genöthigt, der **3**ten oder **4**ten Schake noch die Ansätze nach der besondern Fig. **m** zu geben, weil beim Eintritt einer größeren Höhe der zu hebenden Wassersäule die Schaken

---

*) Mit Kreide jedoch nur bei gerippten Scheiben, weil die Rieme auf glatten Scheiben danach noch mehr rutschen.

**) Ein sehr sicheres Mittel gegen das Gleiten bleibt aber auch die der zu gewältigenden Last angemessene Breite der Rieme, bei welcher sie zugleich weniger gespannt werden dürfen; ferner dürfte es zweckmäßig seyn, die Riemscheiben so mit Lederstreifen zu belegen, daß deren rauhe Seite nach außen kommt.

auf der Trommel rutschten und sich trotz aller Spannung der Kette lieber krumm bogen, als mit der Trommel fort gingen. Ist die Kette nach a oder c eingerichtet, so eignet sich dazu auch die Trommel nach Fig. 372., in deren Hervorragungen sich die Doppelschaken einlegen. Ferner kann bei der Kette nach c, wo die Glieder wie bei b (jedoch hier mit längeren Bolzenköpfen) zusammengeschraubt sind, die Trommel nach Fig. 373. eingerichtet seyn, wo die Vertiefungen der Arme derselben zur Aufnahme der vorspringenden Bolzenköpfe dienen. Besonders praktisch ist diese letztere Scheibe, erfordert aber, wie die vorhergehende auch eine genaue Leitung der Kette.

Daß die Ketten und deren Räder, Scheiben oder Trommeln nach der Stärke und dem Zwecke der Maschinen auch noch anderweit eingerichtet seyn können und eingerichtet werden, wird wieder beiläufig bemerkt, da es nicht die Absicht ist, diesen Gegenstand zu erschöpfen, sondern nur auf derartige Anordnungen aufmerksam zu machen.

b) Kehrräder.

§. 81.

Verschiedene Arten derselben. [Blatt XI.]

Kehrräder erhalten in Folge ihrer Anordnung die Eigenschaft, vor- und rückwärts umlaufen zu können, dienen sowohl als Wasser wie als Triebräder, und werden im ersteren Falle so construirt, daß das Wasser von 2 Seiten Zutritt zu ihnen haben kann. Sie sind indeß nur oberschlächtig am leichtesten anzuordnen, weil da das Wasser- ein und denselben Abfluß haben kann, und lassen sich nach Fig. 374. als Doppelräder mit einander verbinden. Hat das Rad seine erforderlichen Umgänge nach einer Seite vollendet, so wird die betreffende Schütze zugesetzt, die entgegengesetzte gezogen, das Rad nach den Umständen auch wohl gehemmt (gebremset), damit es sofort zum Stillstand komme und in entgegengesetzten Umtrieb gerathe. Dergleichen Räder kommen vorzüglich beim Bergbau vor, wo sie sowohl zur Förderung der Erze, als der tauben Berge oder Erdarten dienen.

Zahnräder dieser Art können nach Fig. 375. eingerichtet seyn, wo ein Getriebe zum wechselsweisen Eingriff in das eine oder andre Rad gebracht wird. Auch hier kann das Rad eine beliebige Zahl von Umdrehungen nach jeder Seite machen. Handelt es sich dagegen um den immer nur einmaligen Umlauf des größeren Rades nach einer Seite, so ist die Einrichtung nach Fig. 376. zu treffen, bei der die Welle des Getriebes mit dem äußeren Zapfen in einer Nuthe des großen Rades geht, und, da letztere doppelt ist, aus- und einwärts springen und auf diese Weise den Vor- und Rückgang des Rades bewirken kann. Die Punktirung zeigt das einwärts gesprungene Triebrad, bei der entgegengesetzten Umdrehung des großen Rades, zugleich aber auch, daß die Welle des Getriebes außer in der Nuthe, noch in einem Schlitz gehen muß, damit sie sich zwar heben und senken, seitwärts aber nicht ausweichen kann. Diese Vorrichtung läßt sich nach Fig. 277. auch bei Kammbäumen anwenden, und wird in der Art häufig bei Mangeln oder Zeugrollen benutzt.

Daß die Triebwelle bei diesen Einrichtungen mit dem einen Ende nothwendiger Weise bald höher, bald tiefer zu liegen kommt, je nachdem das Getriebe nach innen oder außen des Zahnrades oder des Kammbaums springt, und des möglichst genauen Eingriffs wegen lang genug genommen werden muß, ist aus Fig. 378. ersichtlich. Befindet sich statt der Kurbel am festliegenden Ende der Triebwelle aber ein Zahnrad, und soll der Eingriff hier unverändert bleiben, so kann man sich hier des Universalgelenks (nach Fig. 379.) bedienen, wobei der Theil der Welle, welcher mit dem Zahnrade versehen ist, dann in einer horizontalen Lage verbleibt.

c) Das Parasolrad.

§. 82.

Beschreibung derselben und anderer Anordnungen zur Veränderung der Geschwindigkeiten.

Unter Parasolrad versteht man ein Rad, welches sich während des Ganges in der Peripherie vergrößern und verkleinern läßt, um die fortzupflanzende Bewegung dadurch in ihrer Geschwindigkeit zu verändern (zu modeln). Die Anfertigung eines solchen kann nach Fig. 380. geschehen, wo die lose aneinander liegenden Theile der Peripherie (des Ringes) des Rades (in der Fig. b) mit besonderen verschiebbaren Armen versehen sind. Diese Arme sind durch Stäbe mit einer ebenfalls verschiebbaren Muffe verbunden, und können auf diese Weise, wie bei Sonnen- und Regenschirmen, heraus geschoben werden, wodurch sich die Peripherie des Rades vergrößert. Daß die einzelnen Theile der Scheibe bei der Vergrößerung sich von einander trennen müssen, zeigt die Punktirung in der Vorderansicht der Figur, und eben so, daß die Peripherie dabei an ihrer

Concretricität verliert. Dergleichen Räder können deshalb nur bei Laufbändern und auch da nur in einem beschränkten Umfange Anwendung finden, während sie dabei kostspielig sind.

Einfacher, minder kostspielig und vollständiger sind dagegen kegelförmige Walzen, die nach Fig. 381. parallel und entgegengesetzt angeordnet, raschere und langsamere Bewegungen gestatten, wogegen die Veränderung der Peripherie bei dem Parasolrade eigentlich nur eine größere als die gewöhnliche Geschwindigkeit gewährt. Ist hier dagegen A die treibende Walze, so wird B mit derselben Geschwindigkeit umlaufen, wenn das Laufband sich in der Mitte a beider Walzen befindet; umgekehrt wird die Walze B rascher gehen, wenn das Laufband nach b, langsamer dagegen, wenn es nach c verschoben wird. Die Verschiebung des Laufbandes geschieht ganz einfach durch einen Rücker d oder durch sonst eine ähnliche Vorrichtung.

Handelt es sich nicht um unmerkliche Uebergänge von der einen zur andern Geschwindigkeit, so können die Walzen auch nach M der besondern Figur stufenartig eingerichtet seyn, wobei das Laufband leichter in seiner Lage verbleibt. Die Herbeiführung sehr auffallender Verschiedenheiten in der Geschwindigkeit zweier Wellen wird ferner durch scheibenförmige Walzen nach Fig. 382. möglich, die durch ein Laufband oder durch ein Seil mit einander verbunden sind.

Endlich ist hier noch des Patents des Mechanikers Egells hierselbst zu erwähnen, welches neue Anordnungen betrifft, um ebenfalls verschiedene Geschwindigkeiten hervorzubringen. Diese Anordnungen erstrecken sich jedoch mehr auf Hammerwerke als auf fortgehende gleichförmige Bewegungen.

d) Hypocycloiden-Räder.

§. 83.

Beschreibung und Zweck derselben. [Blatt XI.]

In §. 48. ist bei Gelegenheit der Kurven gesagt worden, daß die Epicycloide sich in die Hypocycloide verwandelt, wenn der Punkt a des Erzeugungskreises sich innerhalb des Grundkreises fortbewegt. Die Hypocycloide hat nun die Eigenschaft, ein Durchmesser des Grundkreises zu werden, sobald der Radius desselben die doppelte Größe vom Radius des Erzeugungskreises erhält, und kann eine auf- und nieder-, oder hin- und hergehende Bewegung auf diese Weise sofort in eine Radbewegung verwandelt werden, wenn das kleine Rad nach Fig. 383. mit der Kolbenstange einer Dampfmaschine oder dergleichen verbunden wird.

Man denke sich das große Rad (als Grundkreis) feststehend, die Axe c innerhalb desselben, die übrigens in keiner weiteren Verbindung mit dem Rade steht, aber mit einer Kurbel d versehen, auf deren Arm das kleine Rad (als Erzeugungskreis) steckt. Ist nun die Kolbenstangenverbindung dieses Rades im Punkte a, so wird solcher beim Auf- und Niedergang der Stange den Durchmesser ab beschreiben, dieses Rad, weil auf der Kurbel beweglich, im großen Rade herum laufen und mittelst der Kurbel, die zugleich den Gang des Rades sichert, die dazu gehörige Axe c in Umtrieb setzen. Diese Axe muß in nöthigen Fällen noch mit einem Schwungrade versehen seyn, um die Kurbel über die schwachen Punkte oben und unten hinweg zu führen, wo die Kolbenstange nur schiebt oder zieht, auf die Umdrehung aber nicht wirken kann.

Die Umdrehung der Kurbelaxe, und somit die des kleinen Zahnrades, wird hier durch die Richtung der Pfeile in der Figur angedeutet, kann aber eben so wohl die entgegengesetzte seyn. In der Praxis soll sich diese Anordnung jedoch nicht vorzüglich bewährt haben, weil der Verbindungspunkt a außerhalb des Triebrades liegt und demzufolge um so mehr eine eckende Bewegung veranlaßt, als auch die Kurbel auf dieser Seite nicht vorspringen darf, das Triebrad demnach nur eine sehr kurze Nabe erhalten kann.

e) Die Walzenbewegung.

§. 84.

Erklärung und Anwendung derselben.

Wenn 2 Rollen oder Walzen sich um Zapfen und diese in festen Lagern sich drehen, so wird ein darauf liegender Körper bei einer Umdrehung der Walzen so weit fortrollen, als es der Umfang der Peripherie einer Walze mit sich bringt. Sind die Walzen dagegen ohne Zapfen, so wird nach Fig. 385. die Walze a bei ihrem Fortrollen nach b, die b dagegen nach c gehen; der darauf liegende Körper aber die doppelte Länge des Weges und zwar von a nach c zurücklegen. Denn angenommen, die Peripherie der Walze betrüge 3 Fuß, so wird schon im ersten Fall (bei den Zapfen) der darauf liegende Körper um 3 Fuß fortgeschoben, hier aber, wo die Walzen zugleich um 3 Fuß vorwärts laufen, um 6 Fuß weiter kommen.

Von dieser doppelten Bewegung läßt sich bei Windewerken zur Förderung großer Lasten sehr vortheilhafte Anwendung machen, indem, wie aus der Figur ersichtlich, eine Last, nachdem sie gehoben, zugleich auch

möglichst weit fortgeschoben und nach den Umständen gleich bis lothrecht über den Ort ihrer Bestimmung gebracht werden kann.

f) Das Sonnen- und Planetenrad.

§. 85.

Beschreibung und Zweck einer solchen Anordnung. [Blatt XI.]

Greifen 2 gleich große Räder in festen Zapfenlagern liegend in einander, so werden und müssen sich solche mit gleicher Geschwindigkeit umdrehen; hat jedoch das eine dieser Räder **a** Fig. **384.** nur eine in festen Lagern liegende Axe, ist das andere **b** dagegen durch eine Kurbel mit **a** verbunden und wird es durch eine Lenkstange, an welcher es befestigt, gehoben und gesenkt, durch die Kurbelverbindung also genöthigt, um das Rad **a** herumzulaufen, so wird das Rad **a** 2 Umgänge machen, während **b** einen Umgang um das Rad **a** vollbringt.

Diese Anordnung des Räderwerks ist beim Betrieb durch Dampfmaschinen in sofern vortheilhaft, als man, wenn die Lenkstange des Rades **b** mit dem Balancier der Dampfmaschine in Verbindung steht, der Welle des Rades **a** gleich die doppelte Geschwindigkeit des ersteren **b** geben, diese aber auch noch vergrößern kann, wenn das Rad **b** größer, als **a** genommen wird; wogegen die Bewegung nach und nach bis zu der einfachen Kurbel ermäßigt werden kann, wenn das Rad **b** kleiner als **a** genommen wird und zuletzt gar keinen Zahn behielte; d. h. wenn die Lenkstange in der Peripherie des Rades **a** befestigt würde.

Bei schweren Maschinen muß die Befestigung des Rades **b** auf der Kurbel, deren Nabe auch hier nur kurz ist, sehr solide seyn, wenn das Rad nicht bald lose werden soll; ferner darf die Kurbel nur lose auf der Axe des Rades **a** sitzen, weil diese Axe 2 u. s. w. Umgänge gegen einen der Kurbel vollbringt.

Die Erklärung dieser doppelt so raschen Bewegung beruht nun darauf, daß das Rad **b** sich bei seinem Umlauf in einem noch einmal so großen Abstand und also auch in einer noch einmal so großen Peripherie um das Rad **a** herum bewegen muß, wodurch das letztere zur doppelten Geschwindigkeit gezwungen wird. Diese Geschwindigkeit läßt sich auch aus der vorhergehenden Walzenbewegung erklären, indem hier das im Kreise geschieht, was dort auf dem geraden Wege sich zeigt; die Walzen ohne Zapfen laufen nämlich bei ihrer Umdrehung zugleich vorwärts, und eben das geschieht hier bei dem Rade **b**, welches bei seiner Umdrehung ebenfalls vorwärts läuft, und so den doppelten Weg zurück legt.

g) Elliptische oder ovale Räder.

§. 86.

Beschreibung derselben. [Blatt XI.]

Die Form dieser Räder bestimmt sich aus der Fig. **386.** nach der Construction eines Ovals; sie kann aber auch noch abweichend vom Oval seyn, je nachdem das Rad mehr oder weniger in die Länge gedehnt nöthig ist. Die Anwendung dieser Räder findet da statt, wo der Gang eines Wellbaums, der mit Rädern oder mit einer Kurbel u. s. w. versehen seyn kann, während einer Umdrehung verschiedenartig seyn muß. Der Zapfen des kleinen Triebrades geht hier (wie in Fig. **376.**) in einer punktirt angedeuteten geschlitzten Säule, damit das Rad sich nach Erfordern heben und senken kann. Daß ein ovales Rad auch zum Kehrrad eingerichtet werden kann, ist begreiflich; das Ende der Axe des Triebrades darf dabei nur wieder in einer Nuthe des ovalen Rades wie in vorberegter Figur gehen, während vor dem Triebrade die Axe im Schlitz der Säule sich auf und nieder bewegt.

h) Excentrische Räder.

§. 87.

Zweck derselben.

Dergleichen Räder finden, wie die vorhergehenden, da Anwendung, wo man eine verschiedenartige Geschwindigkeit des getriebenwerdenden Wellbaums beabsichtigt; sie können aber auch da angeordnet werden, wo sich's auf einem Punkte des Widerstandes um die größte Kraftäußerung handelt.

Die Fig. **387.** zeigt eine dergleichen Anordnung. Ist **a** das treibende Rad, so wird das Räderwerk in der angegebenen Stellung die größte Kraft ausüben, weil der kurze Hebelsarm dieses Rades jetzt mit dem langen des Rades **b** zusammen trifft. Der Eingriff der Räder in einander bleibt übrigens immer der richtige, da die verschiedenen Halbmesser gleichförmig zu- und abnehmen.

Der Verfasser hat ovale Räder bei einer Spinnmaschine, excentrische dagegen bei einem Werke in Anwendung gefunden, wo ein Stempel beim Zusammentreffen mit einer auszudehnenden Metallplatte die größtmöglichste Kraft ausüben mußte.

i) Sperrräder.

§. 88.

Sperrräder bestehen aus einer nach Fig. **388.** gezahnten Scheibe oder einem gezahnten Kranz, in welchen zur Verhütung des Rücklaufs ein sogenannter Sperrkegel oder eine Klinke **a** einfällt; sie dienen demnach vorzüglich zum Hemmen der Bewegung, werden aber auch als treibende Räder gebraucht, als solche in diesem Falle von einem Schieber **b** in Thätigkeit gesetzt, welcher in die Zähne einsetzt, und so die Bewegung des Rades Zahn vor Zahn hervorbringt. **Beschreibung und Anwendung derselben. [Blatt XI.]**

Einrichtungen letzterer Art kommen vorzüglich bei Schneidemühlen vor und dienen dort zur Vorrückung der Schneidehölzer, werden hier nach größerem Maßstabe aber auch als Blockwinden zum Auffördern der rohen, aber auch wohl zum Abbringen der geschnittenen Hölzer angeordnet, und zeigt die Fig. **389.** eine dergleichen Vorrichtung letzterer Art. Hier greifen nämlich besser 2 Klinken, die sich an einem Doppelhebel befinden, in das Zahnrad, auf dessen Welle sich die Kette oder das Windetau wickelt. Die Klinken können nach der Punktirung auch entgegengesetzt angeordnet werden, in welchem Falle sie als Schieber das Zahnrad von sich stoßen.

Nach den Umständen werden die Klinken oder Schieber auch wohl nach Fig. **390.** angeordnet, wo sie mehr gleichförmig wirken, und kann der bewegende Hebel oder Waagebaum die in der Figur punktirt angedeutete oder eine andere Lage haben, oder es wird die Anordnung nach Fig. **391.** getroffen, je nachdem es die Umstände gebieten oder gestatten.

k) Die Schraube ohne Ende.

§. 89.

Eine solche Schraube wird durch einige rechtwinklig geschnittene Schraubengänge gebildet, die auf einer Welle so angebracht sind, daß sie in die Zähne eines Rades eingreifen und dasselbe dadurch in einen verhältnißmäßig langsamen Umtrieb setzen. Hierdurch wird sie, wenn es darauf ankommt, zugleich geeignet, eine sehr große Last zu gewältigen, weshalb sich dergleichen Vorrichtungen auch zu schweren Windewerken eignen. **Erklärung und Anwendung derselben.**

Die Fig. **392.** zeigt eine dergleichen Anordnung, bei welcher die Schraubenwelle, wie angegeben, durch eine Kurbel oder durch ein Zahnrad oder dergleichen in Bewegung gesetzt werden kann. Daß nur wenige Schraubengänge vorhanden sein dürfen, welche bei der Umdrehung der Axe immer in neue Zähne eingreifen, ist einleuchtend, und daher auch die Benennung. Die Zähne des Rades müssen aber, wie die darunter befindliche besondere Fig. **M** ergibt, nicht allein in der Richtung **a** der Schraubengänge stehen, sondern bei breiten Rädern, die zur Gewältigung von Lasten dienen, auch nach **b** ausgehöhlt seyn, damit die Schraubengänge tief genug eingreifen können. Starke Zeug=, Papier= und andere Pressen werden öfters mit dergleichen Vorrichtungen versehen. Zuweilen dient das Zahnrad aber auch zur Treibung der Schraube.

l) Die Kurbel.

§. 90.

Die Kurbel ist in der Einleitung mit zu den Rädern gezählt, weil durch sie ebenfalls Radbewegungen hervorgebracht oder Kreisbewegungen in gradlinige verwandelt werden. Sie wird gewöhnlich mit der Hand in Bewegung gesetzt, spielt aber auch bei großen Maschinen als Krumzapfen eine bedeutende Rolle, wo sie nach den Umständen oft mit großer Kraft in Verbindung steht. Ferner wird sie bei sogenannten Gestängen, die bei sehr beträchtlicher Länge auch Feldgestänge u. s. w. heißen, angewandt, und wirkt dann gewöhnlich auf Pumpen. Die Gestänge selbst ruhen und bewegen sich auf sogenannten Knechten, Schwingen oder Rollen, je nachdem die Vorrichtung auf die eine oder andere Art getroffen ist, sind auch einfach oder zusammengesetzt, je nachdem dies ihre Länge und Kraftäußerung erforderlich macht, müssen übrigens in dem Fall, in welchem es sich um die Wiedererzeugung einer Radbewegung handelt, doppelt angeordnet und also durch 2 Kurbeln in Bewegung gesetzt werden, indem nur auf diese Weise der Umlauf der zweiten Welle mit Sicherheit wieder zu bewirken ist. **Kurbeln und Gestänge. [Blatt XI.]**

Fig. **393.** zeigt die letztere Anwendung im Grundriß, so wie in der Ansicht. Aus dem Grundriß erhellt die parallele Lage des Gestänges, durch 2 Kurbeln einer Wasserradswelle in Bewegung gesetzt, welche, wie auch an der Welle, durch die die Radbewegung wieder hervorgebracht werden soll, unter rechten Winkeln

und also wechselsweise wirken. Durch Punktirung ist hier zugleich ersichtlich gemacht, daß das Gestänge auch von der anfänglichen Richtung abweichen und in eine andere übergehen kann; ferner zeigt die Figur in der Ansicht die Nothwendigkeit der wechselsweisen Kurbelbewegung unter rechten Winkeln, indem, wenn beide Kurbeln an einer Welle in einer Richtung ständen, zwar die Kurbeln an der Wasserrads- oder Getriebswelle rundum, die der zweiten Welle aber (und besonders beim langsamen Gang) eben so gut nur eine hin- und hergehende Bewegung hervorbringen würden, welches durch die rechtwinkelige Anordnung verhütet wird, indem hier die Kurbel **a** auf die Bewegung, und also den Fortgang der zweiten Welle wirkt, wenn die Kurbel **b** auf den sogenannten schwachen oder todten Punkten und also im Stillstand befindlich ist. Auch zeigt sich in dieser Figur durch Punktirung, daß das Gestänge wieder von der horizontalen Lage abweichen und ansteigend nach dem Orte der Bestimmung fortgeführt werden kann, welche Ablenkungen, wie auch im Grundriß, durch Wendeböcke und dergleichen bewirkt werden. Man kann also mittelst der Gestänge eine bewegende Kraft nach jedem beliebigen Orte, also auf dazu bestimmte sogenannte Kunstthürme und in Schachte u. s. w. führen und sie dort auf die eine oder andere Art verwenden. Im Dinglerschen Journal wird angeführt, daß man Kurbelbewegungen mittelst Dräthen aus einem Gebäude in das andere geführt und dort wieder in Radbewegungen verwandelt habe. Die parallele Lage der Leitungsdräthe oder Gestänge darf jedoch nie unterbleiben, weil sonst die Bewegung der correspondirenden Doppelkurbel (an derselben Axe) eine verschiedenartige werden würde, eben so müssen die zusammen gehörenden Kurbeln auch von gleicher Hubhöhe seyn.

§. 91.

Anordnung der Kurbeln zu Rad- und zu Parallel-Bewegungen.

Durch den sogenannten Storchschnabel, welcher die Eigenschaft hat, mit dem einen Ende jede Bewegung des andern Endes nachzuahmen, lassen sich, wie aus Fig. **394**. ersichtlich, Radbewegungen zwar hervorbringen und fortsetzen, diese können jedoch bei großen Distancen und schweren Maschinen keine Anwendung finden, weil die Vorrichtung dazu nicht geeignet, nicht stabil genug ist. Dagegen lassen sich auch durch einfache Kurbeln parallele Bewegungen hervorbringen, wenn die Anordnung nach Fig. **395**. getroffen wird, wo ein und dieselbe Kurbel auf zwei im rechten Winkel stehende Lenkstangen wirkt und dadurch zwei Gestänge oder dergleichen in Bewegung setzt. Hier wirkt nämlich die Kurbel auf die zweite Zugstange, wenn die erste auf den todten Punkten oder in Ruhe ist.

Aber auch die dreifache Bewegung kann durch eine Kurbel hervorgebracht werden, wenn die Anordnung nach Fig. **396**. getroffen wird, bei der die Kurbel unter gleich großen Winkeln nach **3** Richtungen wirkt, die, wenn es erforderlich wird, wie in der Figur angegeben, auch in parallele Bewegungen übergehen können.

Schlußbemerkung.

Es gibt noch mehrere andere, mitunter sehr sonderbare Radbewegungen und dergleichen; diese hier noch mit anzuführen würde aber zu weitläuftig und zwecklos seyn. Derjenige, welcher sich mit ihnen bekannt machen möchte, findet ein Näheres darüber in der Abhandlung: „Versuch über die Zusammensetzung der Maschinen, von Lanz und Betancourt. Aus dem Französischen nach der zweiten Auflage übersetzt von Wilhelm Kreyher, Königl. Preuß. Regierungs-Conducteur. Berlin, bei August Rücker, **1829**.“

Gedruckt in der Nauckschen Buchdruckerei zu Berlin.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schwahn, G. G.

Lehrbuch der praktischen Mühlenbaukunde

Bd.: 1

Berlin 1847

4 A.civ. 73 q-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10048494-4